



**NEW MEDIA &  
COMMUNICATION  
TECHNOLOGY**

# BACKEND DEVELOPMENT



Johan Vannieuwenhuyse

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Het web (en javascript) wordt real-time .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Introductie en kenmerken .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Installatie, testen en debuggen van node.js .....</b>	<b>10</b>
3.1	Installatie: .....	10
3.2	Command Line Interface (CLI) .....	11
3.3	File(*.js) execution: .....	12
3.4	Het global process object .....	13
3.4.1	global .....	13
3.4.2	process voorziet readable/writable datastreams .....	13
3.4.3	console .....	14
3.4.4	timers .....	14
3.5	Een node project opzetten .....	14
3.6	Debuggen in node.js .....	15
3.7	JSLint en JSHint: .....	18
<b>4</b>	<b>Alternatieve installatie: IISNode (ter info) .....</b>	<b>20</b>
4.1	IISNode als handler .....	20
4.2	IISNode installeren .....	20
4.3	Configuratie van de IIS node server .....	21
4.4	Node IIS als een Azure App service .....	21
<b>5</b>	<b>Visual Studio of PHP storm .....</b>	<b>22</b>
5.1	Visual studio (NTVS) .....	22
5.2	PHP Storm .....	25
<b>6</b>	<b>Asynchroon programmeren met de event loop .....</b>	<b>27</b>
6.1	Asynchroon (=event-driven) programmeren .....	27
6.2	De event loop beheert de asynchrone taken .....	31

6.3	Javascript functies maken hun function scope aan.....	33
6.3.1	Function scope !== block scope.....	33
6.3.2	Closures .....	34
6.3.3	Zelfuitvoerende functies.....	36
6.3.4	Doorgeven van argumenten bij closures en zelfuitvoerende functies .....	36
6.3.5	Module patroon .....	37
6.3.6	Constructor patroon.....	40
6.3.7	Constructor patroon of module patroon? .....	42
6.3.8	Objecten uitbreiden in het ctor patroon .....	42
6.4	Events en eventemitters.....	44
6.4.1	Het wat en waarom van events. ....	44
6.4.2	EventEmitters en listeners zelf aanmaken .....	45
6.5	Javascript (ECMA) en node.....	49
6.6	JSON als transport middel .....	51
6.7	Classes in ES6.....	54
<b>7</b>	<b>Node module systeem: npm &amp; CommonJS .....</b>	<b>56</b>
7.1	Node Packaged Modules (npm) .....	56
7.2	Node gebruikt het CommonJS modulesysteem .....	60
7.3	Modules en het Module pattern .....	63
<b>8</b>	<b>Process beheer in een asynchroon programmeer model. ....</b>	<b>65</b>
8.1	Single threaded javascript .....	65
8.2	Async error handling .....	67
8.2.1	Try/catch vervangen door ... ..	67
8.2.2	Error argument in callback functies.....	68
8.3	Callback Hell = Pyramid of Doom = the Boomerang effect .....	70
8.3.1	Benoemen van callback functies .....	71

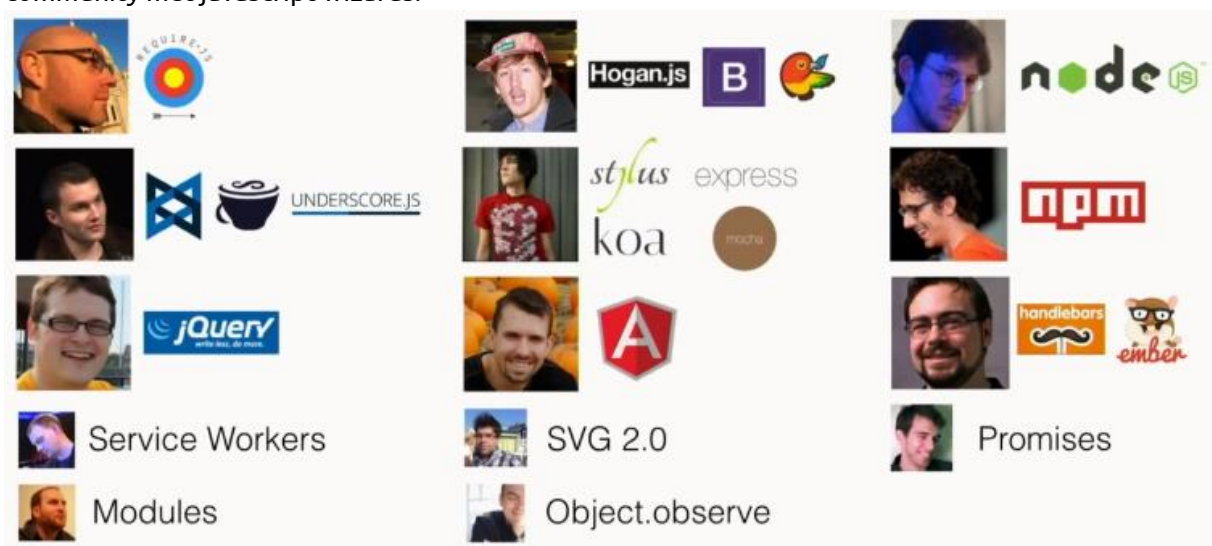
8.3.2	Distributed events .....	71
<b>9</b>	<b>Flow control en sheduled processen .....</b>	<b>74</b>
9.1	Sheduling node processen .....	74
9.2	Externe processen beheren .....	76
9.3	De volgorde van callback taken beïnvloeden(flow control) .....	78
9.3.1	Generisch flow control systeem .....	78
9.3.2	Async.js.....	80
9.3.3	Het gebruik van promises .....	82
<b>10</b>	<b>De API quick tour.....</b>	<b>86</b>
<b>11</b>	<b>Files en streams .....</b>	<b>87</b>
11.1	File system .....	87
11.2	Lezen en schrijven van streaming data .....	90
<b>12</b>	<b>Servers en netwerking. ....</b>	<b>97</b>
12.1	TCP server (net.createServer) .....	97
12.2	TCP cliënt (net.connect) .....	98
12.3	HTTP server .....	100
12.3.1	HTTP Request in a nutshell: .....	100
12.3.2	HTTP response in a nutshell.....	101
12.3.3	De HTTP module in node .....	103
12.4	Node als REST API cliënt .....	108
12.4.1	Een node GET request met <i>http.request(options, cb)</i> .....	108
12.4.2	Een node POST request met de " <i>querystring</i> " module. ....	110
12.4.3	Meer request opties met de " <i>request</i> " module (third party) .....	112
12.5	Routing opbouwen met de node " <i>url</i> " module .....	113
12.6	Cookies in node .....	115
12.7	Herhalings oefening: uitbouwen webserver .....	115

12.7.1	Doel.....	115
12.7.2	Opgave : Static server aanvullen met een API client .....	116
12.7.3	Oplossing.....	116
<b>13</b>	<b>Andere server types en protocols.....</b>	<b>123</b>
<b>14</b>	<b>Middleware vereenvoudigt een web applicatie .....</b>	<b>126</b>
14.1	Middelware definitie in node.....	126
14.2	De middleware van <i>connect</i> of <i>express</i> gebruiken.....	128
14.3	Zelf middleware aanmaken.....	129
<b>14.4</b>	<b>Oefeningen op middleware: .....</b>	<b>129</b>
<b>15</b>	<b>Frameworks &amp;Express .....</b>	<b>136</b>
15.1	Snel groeiend aantal (free) node frameworks: .....	136
15.2	Node Waarom express?.....	137
15.3	Opbouw van een express applicatie: .....	138
15.4	View Engine (Jade , Pug).....	141
15.5	CRUD: Users toevoegen via een webform met express .....	143
15.6	Express en middleware .....	146
15.7	EventEmitter in Express.....	148
15.8	Oefeningen met Express .....	149

# 1 Het web (en javascript) wordt real-time

Het web verandert. Van kijken naar beelden en videos evolueert het naar interactie en dan nog liefst in *real time*. Toepassingen zoals chatting, gaming, social media updates en samenwerken, worden een groot deel van de toepassingen tegen 2017. Bovendien moet de samenwerking niet alleen mogelijk zijn met een klein aantal gebruikers maar ook met honderden. Additioneel wordt met IoT (Internet of Things) voorspeld dat in 2020 rond de 50 miljard devices op internet geconnecteerd zullen zijn. Een groot deel ervan zal *real time data* produceren.

Javascript, die vroeger alleen een rol speelde in het interactief maken van website, groeit hierbij tot de taal die naast de cliënt ook zijn toepassingen vindt op de server en IoT devices. Getuigen hiervan zijn het aantal javascript libraries, API's (ook in devices), vernieuwde technologieën en een gedreven community met javascript wizards:



Realtime toepassingen betekent real time communicatie tussen cliënt en server. Eén van de protocollen die lange tijd aangewend wordt voor deze real time communicatie is http; en dit omdat http overal ondersteund en begrepen wordt. Nochtans, http werd niet gemaakt voor real time communicatie. Door de manier waarop klassieke http servers ontworpen zijn, is bij http voor iedere request/response cycle een thread nodig die de connectie aanvaardt, afhandelt en terugstuurt. Iedere thread die gestart wordt, heeft een zekere overhead, die in de context van realtime en massive scalability te zwaar en niet langer aanvaardbaar is.

*De servers hadden een aanpassing nodig om met eenzelfde thread meerder connecties af te handelen. Dit resulteert in een betere performantie door het teniet doen van de overhead van threads. We zien dat ondertussen al heel wat http servers dit model overgenomen hebben. Zo hebben we onder andere *nginx* en *node.js*. In deze cursus focussen we op *node.js* daar dit niet enkel een event-driven webserver (= de officiële term) is, maar ook een platform dat van de grond af heropgebouwd werd om alles in een **asynchrone event-driven** manier af te werken.*

## 2 Introductie en kenmerken



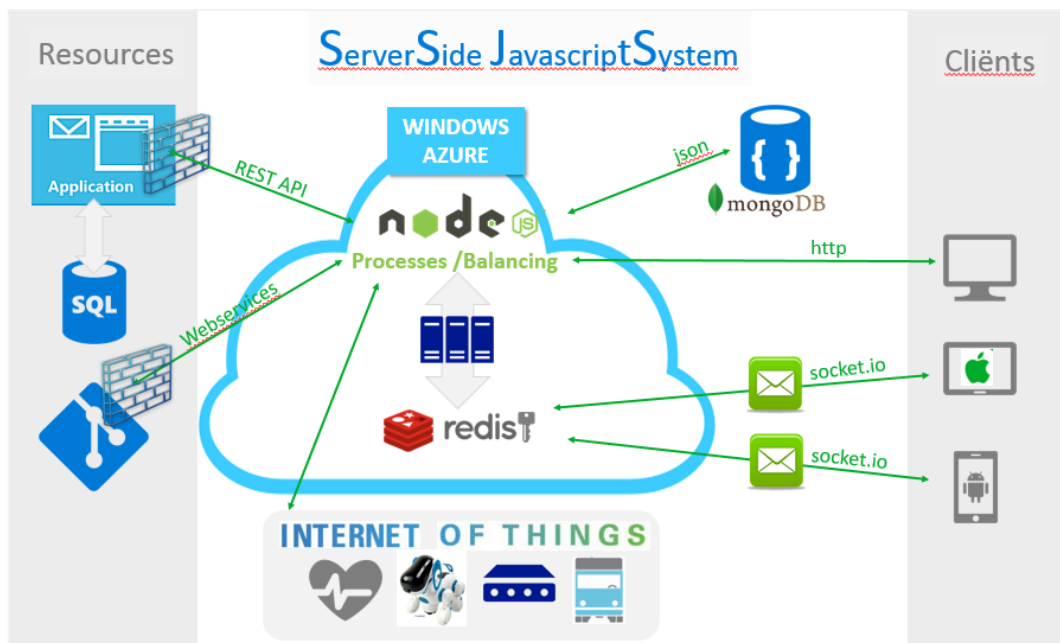
Een opsomming van de belangrijkste Node.js kenmerken:

- Ontstaan in 2009 onder impuls van Ryan Dahl met een presentatie op de Europese JSConf;
- Een interpreter voor javascript die ook buiten de browsers draait en daardoor geschikt is voor het ontwikkelen van backends of embedded toepassingen. Javascript werd gekozen als taal voor node.js omwille van zijn mogelijkheid om asynchroon te werken. Er werd niet gekozen voor een framework, omdat je anders eerst dit framework onder de knie moet krijgen.
- De interpreter maakt gebruik van V8 (Chrome engine), een javascript machine. Herinner dat elke browser zijn eigen javascript runtime bezit: Spider Monkey voor Firefox, Nitro voor Safari (komt van Squirrel Fish en JavascriptCore), V8 voor Opera ( komt van Carakan) en natuurlijk V8 voor Google Chrome.  
Noot: in mei 2015 voorzag Microsoft met Windows 10 de mogelijkheid om node te runnen op de Chakra javascript engine (<https://github.com/Microsoft/node>)



- Een javascript V8 engine verwerkt wel Javascript maar laat op zich geen visualisatie van data noch I/O van data toe. Node voorziet daarom naast een javascript interpreter ook een hosting environment voor javascript. Node kan zo naast het javascript environment van een browser ook runnen in de javascript environment van een SoC (System on Chip zoals Raspberry, Intel Edison) of het javascript environment van een embedded device. Node breidt hierbij de native javascript omgeving uit en voorziet scherm visualisering (via de console) en I/O handling vanuit een command line tool. Deze I/O handling wordt bijvoorbeeld gebruikt voor request/response processing. Een eventlistener luistert hierbij j naar een specifieke poort.
- Werkt vanuit een command line tool (CLI). Via de command line kan je:
  - een http server starten (trager dan tcp server, gebruikt een browser),
  - een tcp server starten (sneller dan http server, moeilijker bij firewalls),
  - zelf aangemaakte modules installeren,
  - gebruik maken van third party modules uit de community.
- Node is open source. Het meest globale object is "process" en vervangt het traditionele "window" top object van javascript aan cliënt kant.
- Beschikt over een non blocking file system, gebaseerd op een asynchroon javascript model, voorzien van getters, setters, JSON, XMLHTTP...
- Non blocking betekent dat node.js volledig event-driven is:

- Maakt gebruik van callback functies.  
In een niet event driven omgeving wordt een programma lineair verwerkt. Zo wordt een database call afgewerkt, waarna het programma verder gaat. Event driven betekent asynchroon blijven monitoren tot wanneer een taak vervolledigd is en intussen het lopende programma verder afwerken.
- Meerdere requests kunnen simultaan verwerkt worden. En dat met een veel optimaler gebruik van geheugen. Ideaal om bijvoorbeeld een game te ondersteunen met honderd(en) players.
- Applicaties kunnen nu gebruik maken van dezelfde taal bij de cliënt als bij de server (Javascript). Men spreekt soms over SSJS = Server Side Javascript Systems.



Figuur 1: Node.js behandelt meerdere cliënt requests ASYNC op een SINGLE thread.

- Door de sterkte op I/O gebied is node.js ideaal voor het maken van SCALABLE **REAL-TIME APPLICATIONS** met **MEERDERE PARALLELLE CLIËNTS** - die geen CPU intensieve taken moeten verwerken:
  - social applications;
  - multiuser games;
  - business collaboration areas;
  - news, weather, of financial update applications;
  - updates ontvangen van social network apps.
- Deze sterkte op I/O gebied wordt technisch ondersteund door:
  - sockets voor realtime communicatie,
  - media servers en proxies voor custom netwerk services,
  - JSON communicatie (webservices en NoSQL databases)



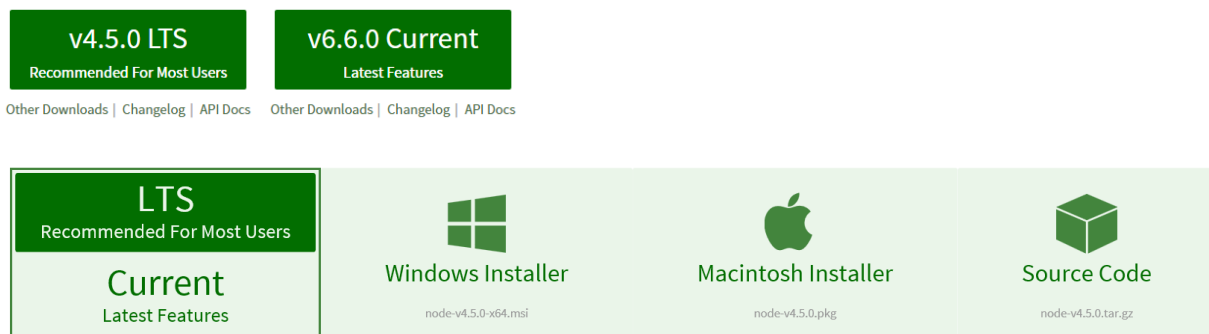
- cliënt geïntegreerde web UI's,
  - schaalbaarheid (scaling) op multi-core servers,
  - side by side running met bvb. Rails/ASP.NET,
  - herbruikbaarheid van dezelfde javascript code op de server ( als middle end) als op de cliënt ( bvb: validatie regels).
- Gebruik Node.js niet (!) voor CPU intensieve taken zoals video transcoding.  
Gebruik node ook niet (!) voor het bouwen van zwaar data driven applicaties, die veel relationele relaties verwachten (= Rails/ASP.NET)
  - Node.js kan ook runnen onder een IIS handler op windows. Men spreekt dan over "IIS-Node".  
De native module Node.exe runt zo ook als handler op windows azure. De handler wordt op een klassieke wijze geconfigureerd in de web.config:
 

```
<configuration>
  <system.webServer>
    <handlers>
      <add name="iisnode" path="server.js" verb="*" modules="iisnode" />
    </handlers>
  </system.webServer>
```
  - Node wordt o.a gebruikt door: Netflix, Groupon, SAP, LinkedIn, Walmart , PayPal, Uber, Yammer van Microsoft...
    - <https://github.com/nodejs/node/wiki/Projects,-Applications,-and-Companies-Using-Node>
    - Node wordt mature voor bedrijfstoepassingen: de node maturity curve  
<https://nodesource.com/blog/plotting-the-node-maturity-curve/>
    - Nog meer referenties:
      - <http://radar.oreilly.com/2011/06/node-javascript-success.html>
      - Groeiend aantal javascript repositories op github: <http://github.info/>
  - Historiek:
    - 2008: chrome lanceert in september zijn V8 engine, met als specifieke eigenschap een precompilatie van Javascript in C++ (naast de interpreter).
    - 2009: Ryan Dahl start met node.js en presenteert in november het non blocking mechanisme op de EuropeanJSConf .
    - 2011: Een nieuw belangrijk onderdeel: een package manager voor nodejs (npm door Isaac Schlueter).
    - 2015: De node.js foundation wordt opgericht vanuit twee communities en resulteert in node versie 4.0. Een stijgend aantal nodejs frameworks naast Express.  
Om de QoS (Quality Of Service) naar firma's te verhogen wordt NodeSource TM (= The Enterprise Node Company) opgericht en N|Support geactiveerd op 3 niveau's (developer, standard, enterprise).
    - 2016: In mei werd node versie 6 beschikbaar met LTS support (Long Term Support), wat een extra accent legt op stabiliteit en veiligheid voor firma's die node als key technologie gebruiken. Node is nu 93% ES6 (Ecma Script 6) compatibel.

## 3 Installatie, testen en debuggen van node.js

### 3.1 Installatie:

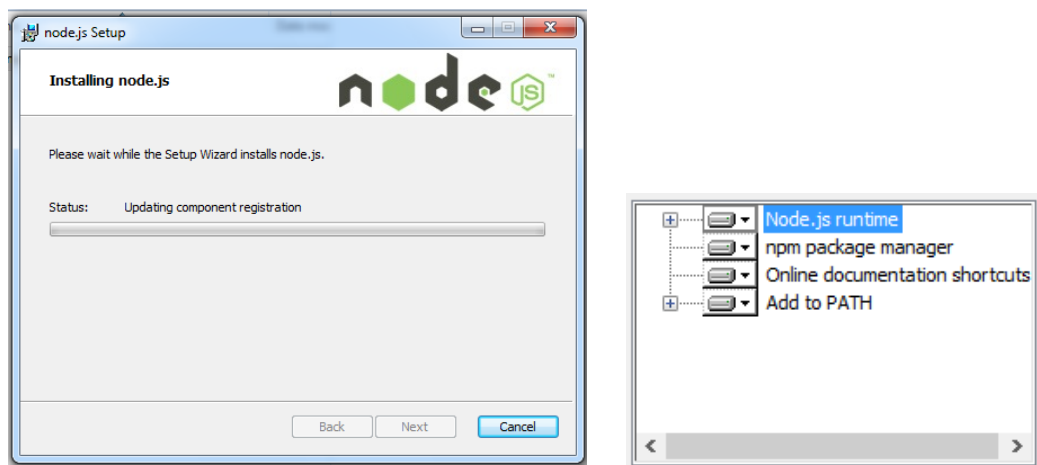
Raadpleeg de officiële site voor installatie (<https://nodejs.org/en/>). Zowel een windows als mac installer package zijn rechtstreeks beschikbaar op de site van node.js. Je kan hierbij kiezen tussen een Long Time Support versie (= 30 maanden) of de laatste versie met alle mogelijke nieuwe features:



#### Download en installeer node.js op windows:

Je kan gebruik maken van manuele of automatische installatie. De laatste \*.msi en automatische installatie vind je hier: <http://nodejs.org/dist/latest/>

Versies die eindigen op een even nummer worden als stabiel aanzien, versies die eindigen op een oneven nummer worden als onstabiel aanzien.

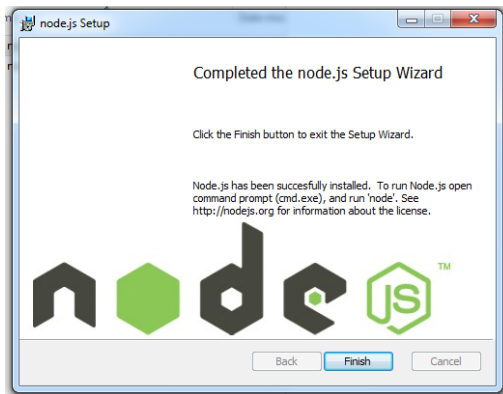


Default installatie map is "nodejs" onder Program Files waarbij zowel een runtime versie, een package manager en documentatie geïnstalleerd worden. Node wordt eveneens toegevoegd aan je PATH.

#### Download en installeer op OSX:

Installeer de package manager Homebrew vanop <http://brew.sh>:

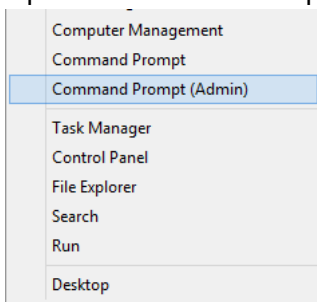
```
$ brew install node
```



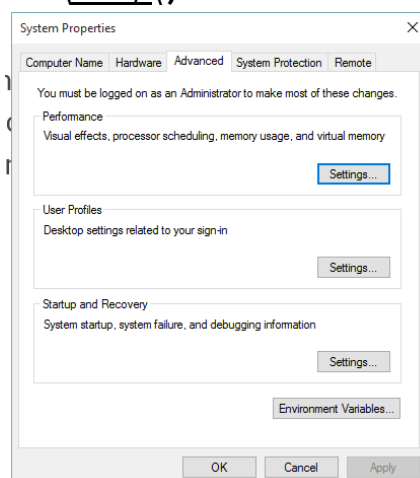
Noot: Open source programma's kunnen het moeilijk maken om downwards compatible te blijven. Een tool dat hierbij kan helpen om vlot te schakelen tussen verschillende node versies is de node version switcher. Deze switcher kan globaal geïnstalleerd worden met het commando "npm install n -g". Overschakelen gaat met één command: "n <version>". (meer info: <https://www.npmjs.org/package/n>)

## 3.2 Command Line Interface (CLI)

### 1. Open de command Prompt als administrator



### 2. Ga in de command omgeving naar de default node.exe locatie of voeg node toe aan je PATH toe, mocht dit niet gebeurt zijn tijdens de installatie (Windows>> System >>Advanced System Settings>> Advanced: **Environmental Variables** >> Path uitbreiden met C:\Program Files\nodejs\ )



- Geïnstalleerde versie opvragen: `node -v` of `node --version` (let op de spatie).  
Best de laatste versie current en stable versie installeren.  
Nog andere command line opties zijn beschikbaar en kun je op een analoge manier opvragen (of je kan gaan kijken in de documentatie van [nodejs.org](http://nodejs.org)):  
`node -h` of `node - -help`

- Activeer met het command **"node"** de node applicatie (of maak gebruik van de interactief node consoles in een IDE). Hierdoor kom je in de REPL console terecht. REPL staat voor Read-Eval-Print-Loop. De manual van REPL met alle commando's vind je op <http://nodejs.org/approci/repl.html>

```
C:\Program Files (x86)\nodejs>node
>
```

- Test een aantal lijn commando's (javascript) in de REPL-console. Het command **"console.log"** is een wrapper rond `process.stdout()`:

```
>console.log ("Hello World");
>function add(a,b) {return (a+b)}
>add(23,10)
>process // toont lopende process
>process.env
```

>.help opent een basic help, let op het punt vóór de instructie

```
>.help
.break Sometimes you get stuck, this gets you out
.clear Alias for .break
.exit Exit the repl
.help Show repl options
.load Load JS from a file into the REPL session
.save Save all evaluated commands in this REPL session to a file
```

> TAB-key toont de beschikbare variabelen, objecten

Met CTRL break (CTRL+C) kan je een foutief commando ongedaan maken.

Met `process.exit()` of CTRL+D verlaat je de console en kom je terug in de command.prompt.

Noot: Het CLI tool zelf is eveneens geschreven in javascript. Dit betekent dat het ook op andere platformen (bvb. windows 8, windows server 2012 ...) kan gerund worden.

### 3.3 File(\*.js) execution:

Externe javascript files (\*.js) kunnen buiten de REPL console runnen met het **"node"** command. Je gaat van command line execution naar file execution:

Schrijf een `hello-world.js` en test met het node command: `node hello-world.js`. Natuurlijk hou je hierbij rekening waar node geïnstalleerd staat of waar de file geïnstalleerd staat. Het oproepen van de file hoeft niet case sensitive te gebeuren. Het suffix ".js" is optioneel en de opgeroepen filename is niet(!) case sensitive.

```
C:\Program Files (x86)\nodejs>node hello-world.js
hello
world
C:\Program Files (x86)\nodejs>
```

Er kunnen extra argumenten meegegeven worden voor de file uitvoering door gebruik te maken van het process object en zijn eigenschap `argv`.

## Oefening

"process.argv" is een array met twee standaard argumenten van node: de absolute file name van node.exe en de absolute file naam van de uitgevoerde javascript file. Je herkent hier de conventies van C, C++ en vele scripttalen in.

Je kan naast deze twee argumenten nog extra argumenten als string, gescheiden via een spatie, meegeven via de CLI door ze achteraan toe te voegen aan het node <fileName> command. bvb.: "node HelloWorld.js Mister" zorgt dat process.argv[2] de waarde "Mister" bevat.

Opgave: Raadpleeg de documentatie en test dit uit.

Toon ook eens alle argumenten van argv in de console met een for of forEach lus.

Opgave: Deze eenvoudige techniek met argv wordt vaak gebruikt om vanuit de console een klein menu aan te bieden, dat je informeert hoe een taak (verzameling van taken) op te roepen. Hierbij wordt soms, hoewel onnodig, gebruik gemaakt van externe modules zoals require("minimist") die extra mogelijkheden aanbiedt om een console argument aan te brengen.

```
Johans MENU
How to use:
--help      show this help file
--name <NAME> say welcome to <NAME>
```

## 3.4 Het global process object

Node beschikt over een aantal globals:

### 3.4.1 global

"global" is de global overkoepelende namespace van node.

### 3.4.2 process voorziet readable/writable datastreams

"process" voorziet interactie op het hoogste niveau als wrapper rond een uitvoerend process. (te vergelijken met window object).

Naast de twee belangrijke events voor proces beheer ( on('exit') en on('uncaughtException')) voorziet het process object 3 data streams voor het behandelen van input, output en hun errors:

- **process.stdin** is een "readable stream" waarbij data geaccepteerd wordt van de user terminal. Dit process bevindt zich bij opstart van een applicatie in standby mode tot gegevens ingevoerd worden. Stdin kan ook uit deze pauze toestand gehaald worden met process.stdin.resume();

Dit kan toelaten de input van de console op te vragen:

```
console.log("Wat is je naam?");
process.stdin.resume();
```

Via een callback kunnen met stdout de ingevoerde gegevens opgehaald worden.

```
process.stdin.on("data", function (data) { //stdout gebruiken });
```

- `process.stdout` is een “writable stream” en voorziet output mogelijkheden voor een programma via de write methode:  

```
process.stdout.write(data, [encoding], [callback])
```

```
process.stdout.write("\033c"); //zorgt voor een break
```

```
console.log()
```

schrijft via `process.stdout` als een wrapper rond `process.stdout`
- `process.stderr` is eveneens een “writable stream” gelijkaardig aan `stdout`:  

```
process.stderr.write(data, [encoding], [callback])
```

Het `process` object laat meer toe dan enkel file execution met argumenten.

- Er zijn bvb. methoden die toelaten om van werk directory te veranderen:  

```
(process.chdir('otherMap'))
```

of om de current directory op te vragen (`process.cwd()`)...
- Environment eigenschappen kunnen opgevraagd worden via het `process.env` object. De benamingen van de eigenschappen spreken voor zichzelf. Een aantal kunnen onmiddellijk opgevraagd worden zoals `process.env.PATH`. Andere variabelen blijven undefined tot ze werkelijk gebruikt worden. Een typische toepassing is het configureren van de execution mode (productie of ontwikkeling) via de variabelen `process.env.DEVELOPMENT`, `process.env.HOME`...

Meer info over het `process` object: <http://nodejs.org/api/process.html>

### 3.4.3 console

“console” is het console object aan server kant. Deze console buffert standaard het output resultaat en zorgt voor output via “`process.stdout.write()`”

“`console.error`” en “`console.warn`” printen hun errors via `process.stderr`.

bvb.: `console.error("enkel een fout simulatie");`

“`console.trace()`” maakt gebruik van `process.stderr` om een volledige stacktrace uit te schrijven

### 3.4.4 timers

De klassieke javascript timers zijn globaal voorzien in node: `setTimeout()` en `setInterval()`.

Informatie over deze timers is te vinden op <http://nodejs.org/api/timers.html>. Node maakt uitvoerig gebruik van deze timers om verschillende taken op te starten. Dit komt verder nog uitgebreid aan bod.

## 3.5 Een node project opzetten

Een **package.json** file is een VALID JSON file en bepaalt binnen een folder de basis parameters van een node project. De file bevat meta-elementen (name, version....), de startfile (main) maar ook de versie en naam van andere afhankelijke pakketten. De file wordt eveneens gebruikt om een bestaand project lokaal te installeren door het ophalen van de vermelde modules (met de juiste versie!).

Node IDE's maken de package.json file wel aan, maar je kan deze file ook manueel aanmaken met een texttool als file bestand of je doet het via de console met **> npm init** :

```
D:\>mkdir myNodeApp

D:\>cd myNodeApp

D:\myNodeApp>npm init
This utility will walk you through creating a package.json file.
It only covers the most common items, and tries to guess sensible defaults.

See `npm help json` for definitive documentation on these fields
and exactly what they do.

Use `npm install <pkg> --save` afterwards to install a package and
save it as a dependency in the package.json file.

Press ^C at any time to quit.
name: (myNodeApp)
```

```
{
  "name": "01.node-intro",
  "version": "0.0.0",
  "description": "Inleiding op Node",
  "main": "app.js",           //het entry point van de applicatie
  "script": {                //laat toe instructie te runnen vanuit npm
    start: "init.js",
    test: "doTest()"
  },
  "author": {
    "name": "Johan.Vannieuwenhuyse"
  }
}
```

De mogelijkheden van npm en package.json komen verder nog bod, maar toch al enkele basis mogelijkheden:

> npm install	zoekt package.json en installeert de app indien gevonden
> npm install --save aModule	installeert de module lokaal en neemt ze op package.json
> npm install --save -g aModule	installeert de module globaal en neemt ze op package.json
> npm run start	start dit script in de "script" tag.
> npm help json	uitleg over de package.json tags

### 3.6 Debuggen in node.js

#### 1. Met console.log() en console.trace():

Met console.log() kan rudimentair de inhoud van variabelen uitgevraagd worden. Dit blijft handig om de flow van een applicatie op te volgen met regelmatige console boodschappen. Er kunnen placeholders gebruikt worden, in combinatie met een specifiek karakter om bijvoorbeeld een JSON object (%j), een getal (%d) of een string(%s) weer te geven.

```
console.log("Weergave van zowel het json object %j als het getal %d", oDieren, 0xab);
```

Naast het console.log() command is ook het console.trace() command interessant

voor debugging doeleinden. De volledige stack trace wordt uitgeprint door dit command.

2. Met de built-in text debugger van V8 / node (niet gebruiksvriendelijk): "node debug myfile"  
Met het "debug" command in de console ("node debug Hello.js" of "node --debug Hello.js") kan een command line debugger gestart worden voor een javascript file. De console toont de debug mode aan met een "debug>" prompt. Het debuggen gebeurt op poort 5858. Beschikbare commands vraag je op met debug>help

```
debug> help
Commands: run <r>, cont <c>, next <n>, step <s>, out <o>, backtrace <bt>, setBreakpoint <sb>, clearBreakpoint <cb>, watch, unwatch, watchers, repl, restart, kill, list, scripts, breakOnException, breakpoints, version
```

De debugger onderbreekt de uitvoering vanaf de eerste lijn. De volgende lijn oproepen kan met debug>next. Een breekpunt, te bereiken met debug>cont, voeg je toe met "debugger" in de source code.

Zo kan een watch list opgebouwd worden voor bijvoorbeeld de variabele iets. Let op: de variabele wordt als string opgeroepen:

```
debug > watch ('iets').
```

3. Met een debugging tool zoals node inspector.

documentatie op GitHub: <https://github.com/node-inspector/node-inspector>

- a. Installeer de module inspector globaal met het command:

```
npm install -g node-inspector
```

De nodige files voor installatie worden online opgehaald en als resultaat wordt de boomstructuur van de geïnstalleerde module getoond.

- b. Start inspector als command met "node-inspector":

Op poort 8080 start een debugger.

```
Node Inspector v0.7.4
Visit http://127.0.0.1:8080/debug?port=5858 to start debugging.
```

- c. In een tweede command window dient een node programma te worden gestart met een break instructie (= break op de eerste lijn).

```
"node --debug-brk HelloWorld.js"
```

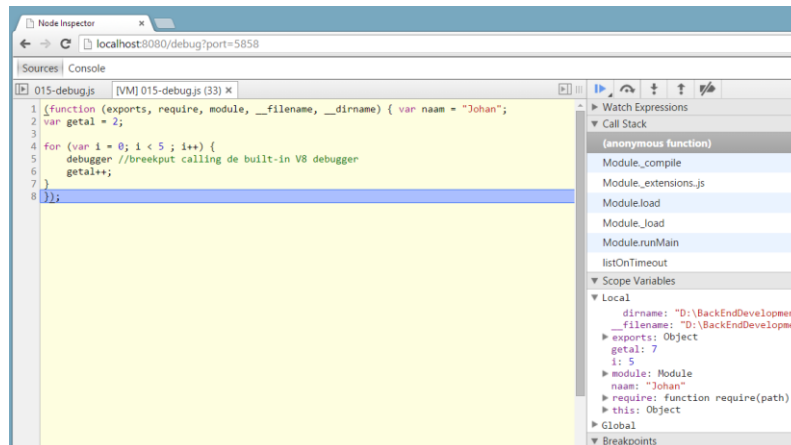
```
C:\Program Files (x86)\node.js>node --debug-brk 02-HttpServerExample.js
debugger listening on port 5858
```

- d. Surf in de Chrome(!)browser naar de applicatie link (en zijn poort indien een http server toepassing) of voor de console app naar de link :

```
http://localhost:8080/debug?port=5858.
```

Vanaf nu kom je terecht in de gekende browser development tools van Chrome. Dit werkt enkel in Chrome omdat inspector op webkit gebaseerd is.





Om de chrome dev tools te verkennen kan je terecht op  
<http://discover-devtools.codeschool.com/>

4. Maak gebruik van een IDE die debugging voorziet.  
Gebruik jouw favoriete editor:

TextMate ( <a href="http://macromates.com/">http://macromates.com/</a> ):	Alleen voor MAC OS X
Sublime Text ( <a href="http://www.sublimetext.com/">http://www.sublimetext.com/</a> ):	Onbeperkte evaluatie periode – voor MAC en Windows.
Coda ( <a href="http://panic.com/coda/">http://panic.com/coda/</a> ):	Supporteert ontwikkeling met iPad. FTP browser.
Aptana Studio ( <a href="http://aptana.com/">http://aptana.com/</a> )	Volwaardige IDE
Enide Eclipse  ( <a href="http://www.nodeclipse.org/enide/">http://www.nodeclipse.org/enide/</a> )	De eclipse versie voor node noemt Enide-Eclipse
Notepad ++ ( <a href="http://notepad-plus-plus.org/">http://notepad-plus-plus.org/</a> ):	Windows only text editor
<u>WebStorm IDE</u> ( <a href="http://www.jetbrains.com/webstorm/">http://www.jetbrains.com/webstorm/</a> ) ( <a href="http://plugins.jetbrains.com/plugin/6098?pr=phpStorm">http://plugins.jetbrains.com/plugin/6098?pr=phpStorm</a> )	Volwaardige en rijke IDE met node js debugging. PHP strom voorziet een plugin
<u>Visual Studio NTVS</u>	Volwaardige en rijke IDE als addon op Visual studio: Node Tools forVisual Studio.
<u>Visual Studio Code</u> ( <a href="https://code.visualstudio.com/">https://code.visualstudio.com/</a> )	Open source IDE met intellisense, debugging en Git built-in.

5. Nog meer plugins voor gemakkelijker debuggen en ontwikkelen:

a. Auto restart na error:

Bij een programmeer fout kan het nodig zijn het lopende process manueel te killen en daarna terug op te starten. Een aantal tools kunnen dit voor jou doen en versnellen zo de ontwikkeltijd.

Deze tools kunnen geïnstalleerd worden vanuit npm en worden gerund via een node console commando: > node-dev theToolName.js

forever ( <a href="http://npmjs.org/forever">http://npmjs.org/forever</a> )
node-dev ( <a href="https://npmjs.org/package/node-dev">https://npmjs.org/package/node-dev</a> )
nodemon ( <a href="https://npmjs.org/package/nodemon">https://npmjs.org/package/nodemon</a> )
supervisor ( <a href="https://npmjs.org/package/supervisor">https://npmjs.org/package/supervisor</a> )

- b. Sommige IDE's verwachten sowieso het gebruik van een plugin voor Node.js. bvb. Sublime Text3 voorziet ,na het installeren van Package Control, een nodejs plugin ( info: <https://www.exratione.com/2014/01/setting-up-sublime-text-3-for-javascript-development/>).

### 3.7 JSLint en JSHint:

JSLint en JSHint zijn beide een code kwaliteitstool voor javascript dat kijkt naar syntax fouten, stijl conventies en structurele problemen. Er bestaat ook een ESLint, die de community versie van jsLint is.

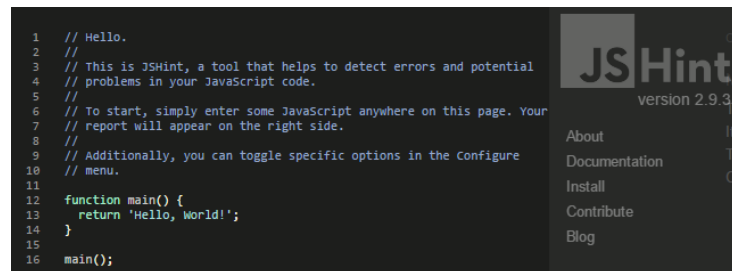
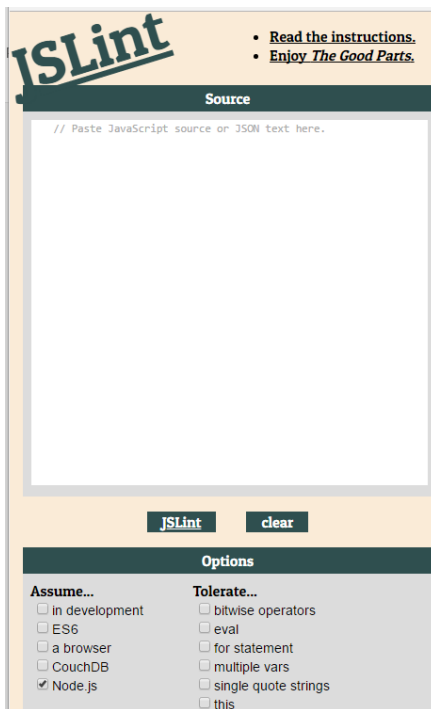
JSLint kijkt naar de regels zoals gedefinieerd in <http://javascript.crockford.com/code.html>. Deze regels zijn vergaand (= veel warnings). Als reactie erop onstond JSHint, die minder streng is. Je hoeft immers niet alle opmerkingen te volgen van beide tools, soms is het bvb. verantwoord om een variabele lager in de code te plaatsen of om == te gebruiken in plaats van ===. De resultaten van beide moet je correct interpreteren. Vaak krijgt **JSHint** de voorkeur.

Info: Beide tools laten toe om online te testen:

- JSLint: <http://www.JSHint.com>
- JSHint: <http://www.JSLint.com>

#### Online

Online: testen doe je op de <http://www.jslint.com/> //vink nodejs of ES6 aan



## Offline

Via npm en dus ook via de scripts file van de package.json file kunnen we een hint test uitvoeren. Vooraf installeer je jshint globaal:

```
>>npm install -g jshint
>jshint Helloworld.js
```

JSHint genereert onmiddellijk fouten, waarvan sommige onmiddellijk aan te passen zijn (missing semicolon), maar andere gegenereerd worden binnen node door niet gekende variabelen zoals "require", "before", "after", net zoals alle ES6 operatoren ongekend zijn. Dit is zeker het geval indien het volledig project gelint wordt.

```
col 26, Missing semicolon.
col 22, 'arrow function syntax (=>)' is only available in ES6 (use 'esversion: 6').
col 1, 'const' is available in ES6 (use 'esversion: 6') or Mozilla JS extensions (use moz).
```

Via de package.json kunnen deze fouten (die geen fouten maar warnings zijn) geneutraliseerd worden in een configuratie tag:

```
"jshintConfig": {
  "esversion": 6,
  "moz": true,
  "node": true,
  "predef": [ "MY_GLOBAL" ]
}
```

Files die je niet met JSHint wenst te controleren komen optioneel in een **.jshintignore** file in de root. Een voorbeeld van de inhoud van deze file:

```
node_modules
assets
coverage
```

## 4 Alternatieve installatie: IISNode (ter info)

### 4.1 IISNode als handler

Node.js kan als javascript server ook op IIS geïnstalleerd worden. Voordeel zou het gemak kunnen zijn om alles op één en een zelfde server (IIS) te beheren.

Om dit te realiseren wordt Node.js geïntegreerd in IIS onder de vorm van een standaard IIS handler. Hiervoor maakt IIS gebruik van de zo genoemde "IISNode" module. De IISNode module laat toe om verschillende node.exe processen voor een applicatie op te starten. Ook hier is geen infrastructuur nodig voor het starten of stoppen van processen en runt IISNode elk proces/elke taak single threaded op één CPU kern. Door het opstarten van meerdere processen per applicatie wordt aan load balancing gedaan.

Hoe werkt de handler? Door IISNode als een HTTPHandler – geschreven in javascript- te implementeren worden *aspx requests naar ASP.NET gestuurd, terwijl de node requests bij node.exe terecht komen*. De IISNode handler werkt m.a.w. moeiteloos samen met andere content types, zoals bijvoorbeeld ASP maar ook PHP.

IISNode wordt niet alleen gebruikt omdat men in een productie omgeving al beschikt over IIS maar ook wordt het gedaan om vanuit Visual Studio te kunnen ontwikkelen met node.js als handler. Hoewel, voor dit laatste bestaat een alternatief dat verder aan bod komt.

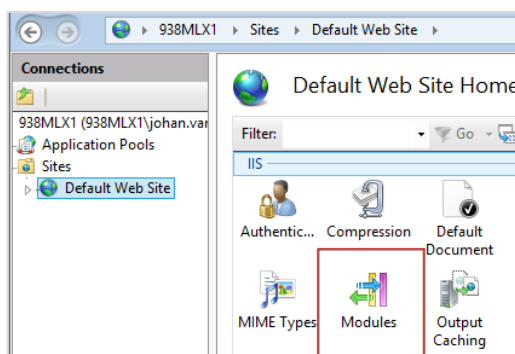
### 4.2 IISNode installeren

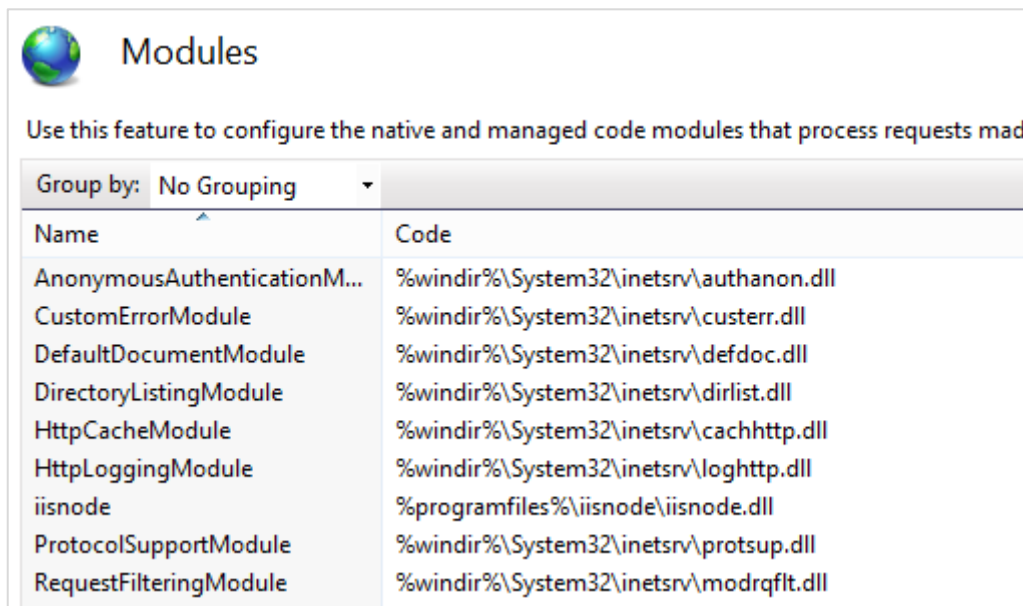
Het installeren van IISNode verloopt minder vlot dan het installeren van node.js. Een beschrijving van de installatie vind je terug op:

<http://www.hanselman.com/blog/InstallingAndRunningNodejsApplicationsWithinIISOnWindowsAreYouMad.aspx>

<https://github.com/tjanczuk/iisnode>

Na installatie is de module iisnode zichtbaar op de IIS server. Meer bepaald, in het module overzicht van IIS :





Use this feature to configure the native and managed code modules that process requests made to the web server.

Name	Code
AnonymousAuthenticationModule	%windir%\System32\inetsrv\authanon.dll
CustomErrorModule	%windir%\System32\inetsrv\custerr.dll
DefaultDocumentModule	%windir%\System32\inetsrv\defdoc.dll
DirectoryListingModule	%windir%\System32\inetsrv\dirlist.dll
HttpCacheModule	%windir%\System32\inetsrv\cachhttp.dll
HttpLoggingModule	%windir%\System32\inetsrv\loghttp.dll
iisnode	%programfiles%\iisnode\iisnode.dll
ProtocolSupportModule	%windir%\System32\inetsrv\protsup.dll
RequestFilteringModule	%windir%\System32\inetsrv\modrqft.dll

### 4.3 Configuratie van de IIS node server

Wanneer de http server runt via iisnode worden poortnummer en domein bepaald vanuit IIS. De node server neemt deze waarden over via zijn process environmental variables: "process.env"

```
var http = require('http');
http.createServer(function (req, res) {
  res.writeHead(200, { 'Content-Type': 'text/plain' });
  res.end('Hello, world! [helloworld sample]');
}).listen(process.env.PORT);
```

### 4.4 Node IIS als een Azure App service

Ref: <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/articles/app-service-web-nodejs-get-started/>

"Azure App Service uses iisnode to run Node.js apps. The Azure CLI and the Kudu engine (Git deployment) work together to give you a streamlined experience when you develop and deploy Node.js apps from the command line"

Combineer de de IIS Azure service met git deployment en je krijgt een deftige ontwikkelomgeving met debug mogelijkheden in de cloud. Er kan gewerkt worden met het publish command van de Azure SDK in Visual Studio (download) of er kan gewerkt worden met de Azure Command Line Interface.

## 5 Visual Studio of PHP storm

### 5.1 Visual studio (NTVS)

Node.js ontwikkelen kan complex worden, zeker als je er een volledige webapplicatie mee wil bouwen. In **nov 2013** zorgde Microsoft voor **NTVS: Node Tools for Visual Studio**. Debuggen kan zowel lokaal als remote en een interactieve REPL console is voorzien.. in combinatie met WebEssentials krijg je een node ontwikkel platform.

1. Installeer NTVS en WebEssentials via Menu >> Tools >> Extensions and Updates:



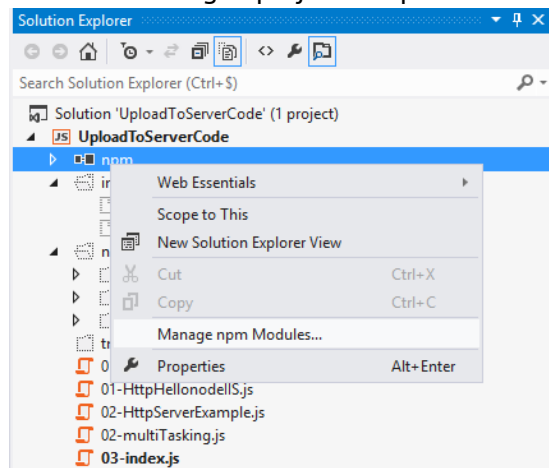
**Web Essentials 2015**  
Adds many useful features to Visual Studio for web developers. Requires Visual Studio 2015 RTM



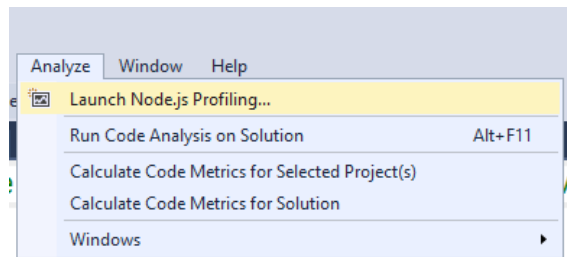
**Node.js Tools**  
Provides support for editing and debugging Node.js programs.

2. Aanmaken van een node project:

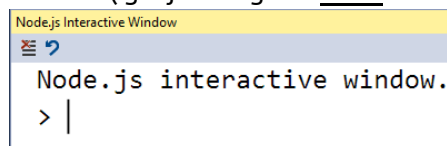
- a. Er kunnen verschillende types van nodejs projecten aangemaakt worden vanuit new project >> javascript:
  - i. een nodejs project, waarbij ofwel een nieuwe nodejs applicatie gemaakt wordt of waarbij een bestaande nodejs app kan geopend worden.
  - ii. een express project
  - iii. een Azure applicatie
- b. Installatie van modules kan nog altijd via het npm command ( npm install) of kan via de visuele manager: project >> npm >> Manage npm modules



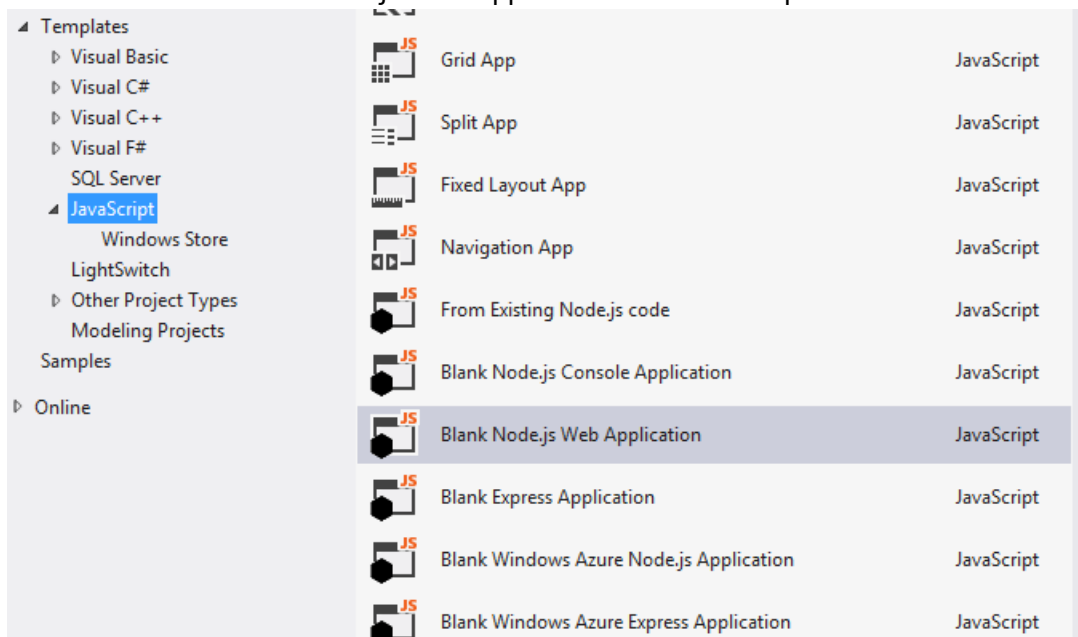
- c. Nodejs profiling kan via het Analyze menu of via een profiler onder het Debug menu.



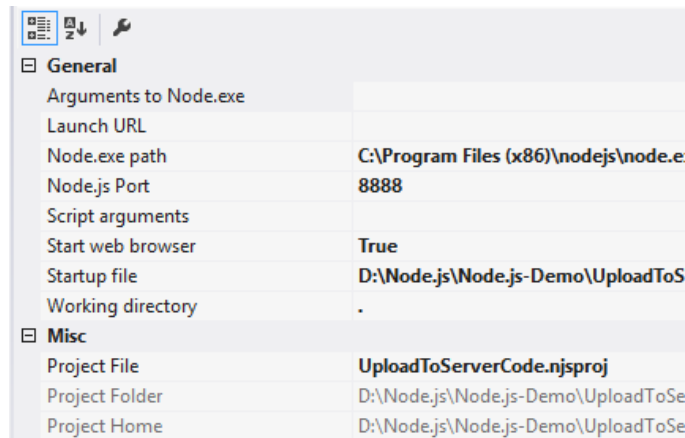
- d. View >> Other windows >> node js interactive window opent een interactieve console (gelijkaardig aan REPL console werking). Kan ook met CTRLK , N



3. Maak een nieuwe “Blank Node.js” Web application aan in een map naar keuze.



4. Test uit door een eerder aan gemaakte nodejs file onder te brengen in het project.
- Kopieer de \*.js file.
  - Zet deze file via de properties ( rechtermuis) als “Set as Node.js startup file”.
  - Kijk eens naar de properties van het project. Je ziet er niet alleen de node executable, maar ook de startup file en het poort nummer. Je kan een webbrowser automatisch starten.

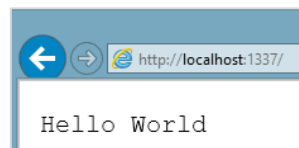
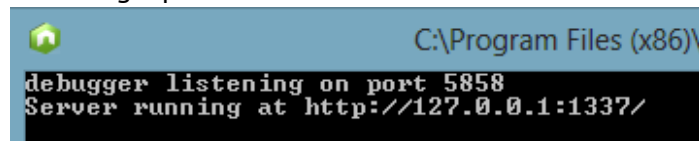


d. Run en debug de toepassing.

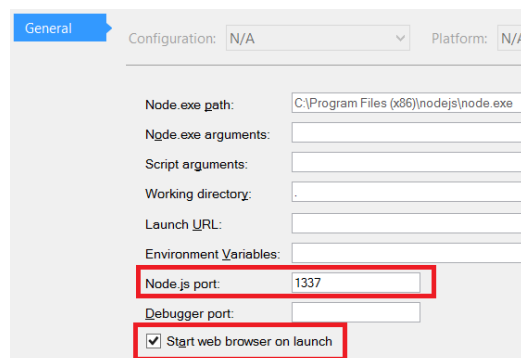
- i. De console opent automatisch maar sluit ook automatisch na voltooide taken. Je kan de console live houden met setTimeout:

```
setTimeout(function () {
    process.exit();
}, 15000)
```

- ii. Bij een webbrowser toepassing wordt de console en eventueel de browser geopend.

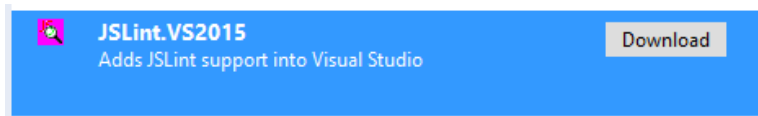


- iii. Bij een browser toepassing kan je het poortnummer aanpassen en de browser al dan niet automatisch starten via de project properties.





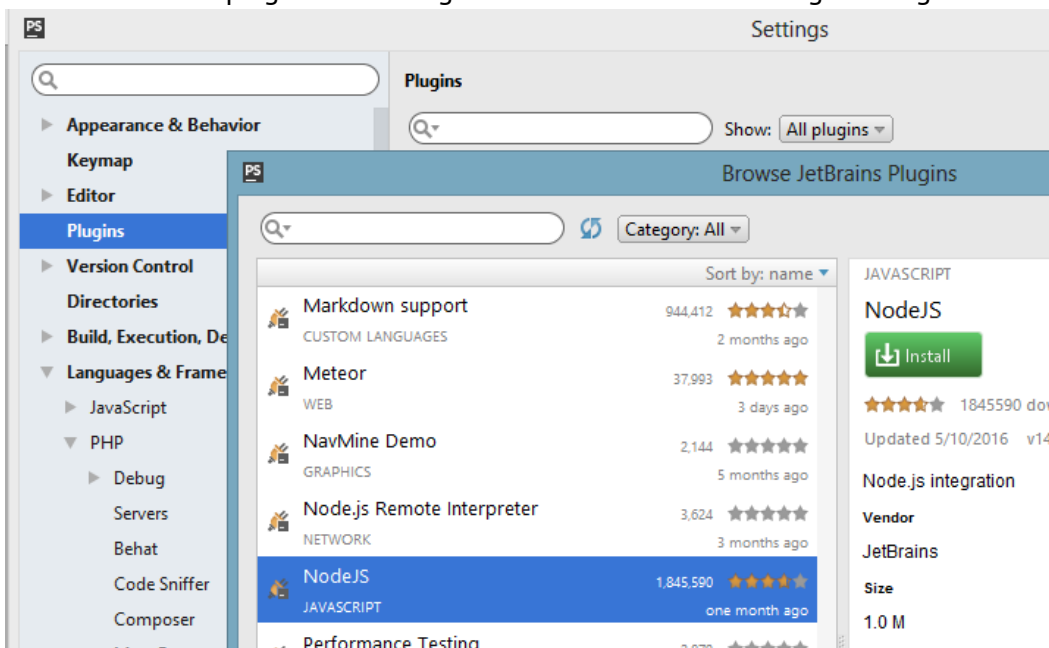
Noot: Visual Studio voorziet een extensie voor JSLint met documentatie in [GitHub wiki](#)



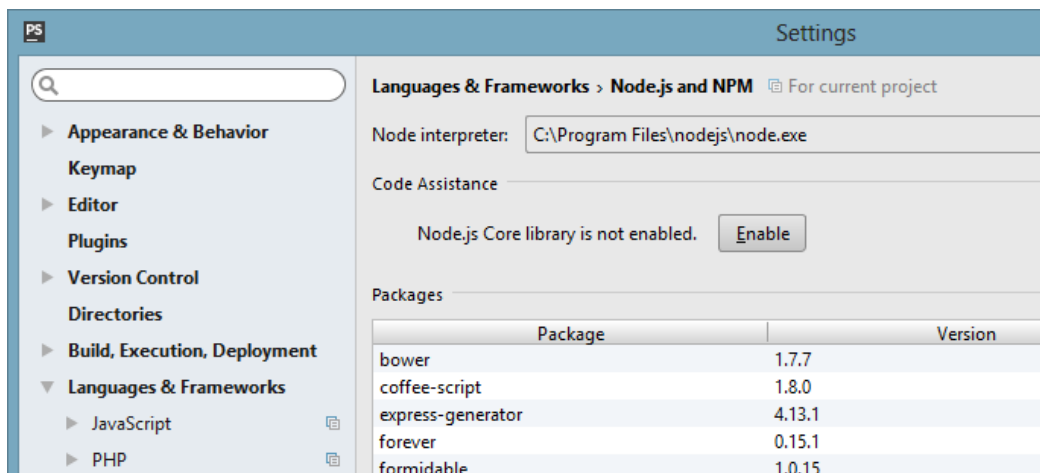
## 5.2 PHP Storm

Ref: [https://www.jetbrains.com/help/phpstorm/2016.1/node-js.html?origin=old\\_help](https://www.jetbrains.com/help/phpstorm/2016.1/node-js.html?origin=old_help)

1. Er dient een node plugin te worden geïnstalleerd via File >> Settings >> Plugins

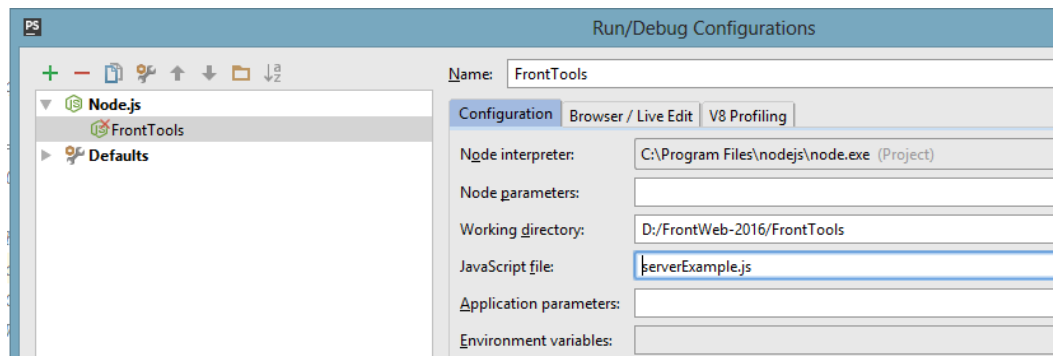


2. Interpreter instellen:  
Settings >> Preferences >> Languages & Frameworks >> Node.js  
controleer indien de interpreter ingevuld is en "ENABLE" de node core.



Na enablen is de usage scope opvraagbaar (= map waarin node en node libraries runnen).

3. Configuratie op basis van de interpreter (rechts boven) >>> run en debug Startfile instellen:



## 6 Asynchroon programmeren met de event loop

### 6.1 Asynchroon (=event-driven) programmeren

#### Het event-driven programmeermodel

Bij multi-threading worden verschillende threads (= een process waarbij geheugen gedeeld wordt) gebruikt om processen van verschillende gebruikers te beheren. Een thread kan wachten op het voltooien van een I/O of op het ontvangen van database gegevens en gedurende deze tijd de CPU vrijgeven aan een andere thread. Dit is een typische blocking/blokkerende methodiek. Een thread wordt simpel weg tijdelijk opgehouden tot zijn actie voltooid is. Voor de programmeur kan het moeilijk worden hierbij controle te houden over de synchronisatie van verschillende processen over verschillende threads. Het kan moeilijk worden om te weten welk proces op een specifiek moment op welke thread wordt uitgevoerd.

Javascript (en dus ook Node.js) is **single threaded**. Wat betekent dat javascript maar één ding simultaan kan afhandelen. Wel kan de illusie gewekt worden dat meerdere zaken simultaan gebeuren door het toepassen van **event-driven programmeermodel** in combinatie met een **event-loop**.

Bij event-driven programmeren wordt de volgorde van de proces uitvoer bepaald door events. Een event wordt afgehandeld door een event handler, die gebruik maakt van een event callback functie.

Bij event-driven programmeren wordt eerst de callbackback functie gedefinieerd, die beschrijft wat moet gebeuren en pas opgeroepen wordt als een voorgaand proces beëindigd is. Deze callback kan zowel via een benoemde als anonieme functie. De callback functie wordt meegegeven als argument van een uit te voeren actie. Een return value, te vinden in klassiek blocking programmeren, bestaat hier niet (!) en is vervangen door de callback functie, die in de achtergrond uitgevoerd wordt. Men spreekt van event-driven programmeren maar noemt het ook vaak asynchroon programmeren. Het is één van de basistechnieken van node.js. In node worden I/O operaties asynchroon uitgevoerd. I/O operaties blokkeren zo de single threaded werking van javascript niet. Voer in node de I/O operaties asynchroon uit met een callbackfunctie en de uitvoer ervan gebeurt (zonder zorgen van blokkeren) in de achtergrond.

```
//01. Synchrone uitwerking met een return -----
task( args) {
    return do_task_with(args);
};

task(args);

//02. async. uitwerking met anonieme callback, die return vervangt -----
var task = function (args, callback) {
    callback(result_do_task_with(args));
}

task(args, function(result) { //result van callback uitvoering });
```

```
//03. async. uitwerking met benoemde callback voor het resultaat -----
var task = function (args, callback) {
    callback(result_do_task_with(args));
}

var taskFinished = function (result) {
    //resultweergave
}

task(args, taskFinished);
```

### Een voorbeeld met callback last, error-first syntax:

Het resultaat van de callback functie kan succesvol zijn, maar ook evengoed een error.

Bij asynchrone werking wacht het hoofdprogramma niet op het resultaat van de callback functie. De callback functie wordt in de achtergrond uitgevoerd, terwijl het hoofdprogramma verder gaat. Ideaal dus om in de callback een input/output actie onder te brengen die wat tijd kan vragen. Denk bijvoorbeeld aan een antwoord van een database query of het resultaat van complexe calculate(), die niet onmiddellijk verwerkt moet worden in jouw programma. Evengoed kan je gedurende de wachttijd een al een tweede database call starten.

Het lezen van de code kan complexer worden, zeker wanneer ook error controle nodig is (= altijd dus). Volgende afspraken worden gemaakt:

1. Callback last:  
Typisch wordt volgens (een niet geschreven) conventie het laatste opgeroepen argument de callbackfunctie. Andere argumenten nodig voor de verwerking gaan de callback arg vooraf.
2. Error first:  
Bij de callbackfunctie is het eerste argument typisch de error waarde. Men kan spreken over een "ERROR FIRST" syntax. Soms wordt de term Continuation-Passing Style (CPS) gebruikt om aan te duiden dat een functie een callback veroorzaakt, die verder zorgt voor de afhandeling (continuation) van het programma.

SYNCHRONE werking	ASYNCHRONE werking
<pre>var data = getData(); console.log("Synchroon: " + data);</pre>	<pre>getData(function (data) {     console.log("Asynchroon: " + data); })</pre>
Een langdurige en synchrone processData() blokkeert het volledige programma (single threaded) :	Een callback functie wordt opgeroepen van zodra processData() beëindigd is. Calculate werkt async waarbij zijn callback functie, na voltooiing, het resultaat doorgeeft als argument.

```
function processData(increment) {
  if (err) {
    console.log("An error occurred.");
    return err;
  }

  var data = getData();
  data += increment;
  return data;
}
```

```
console.log(processData(2));
```

```
function processData(increment, callback) {
  getData(function (err, data) {
    if (err) {
      console.log("An error occurred.");
      callback(err, null);
    }
    data += increment;
    callback(null, data);
  });
}
```

```
processData(2, function (err, returnValue) {
  //deze code wordt pas async uitgevoerd na
  //het beëindigen van getData()
  console.log(returnValue);
});
```

### Betere leesbaarheid met ES6 (= ES2015)

Ecma Script 6 (ES6) maakte er werk van om de lastig te lezen callback structuur te vereenvoudigen. De pijlnotatie (= arrow functies) werden ingevoerd. Om ook het functie scope probleem zoals hoisting aan te pakken werden let en const ingevoerd.

1. Gebruik const (een constante) voor het aanmaken van een functie definitie, zo heb je een controle dat een tweede functie nooit dezelfde naam krijgt. Vergeet ook niet strict te werken ("use strict"; //bovenaan de file plaatsen). Strict werken wordt verwacht door let en const.  
`const ES6_sum = (a,b) => a + b;`
2. Gebruik let in een for lus. Dit maak een nieuwe block scope aan voor je for lus. Met een var is dit niet het geval.  
`for (let element in elements){ }`
3. Gebruik de pijlnotatie bij callbackfuncties van eventhandler. Naast de verkorte schrijfwijze heeft de pijlnotatie meerwaarde dat binnen de functie het keyword "this" verwijst naar het oproepende object, het event target dus. (en niet naar het window object zoals in ES5).  
`setTimeout(() => process.exit(), 5000);`

Een voorbeeld voor het optellen van twee getallen (error control niet uitgewerkt):

ES5:	
synchron	<code>var sum = function (a, b) { return (a + b); } console.log(sum(2, 3));</code>
asynchron	<code>var aSum = function (a, b, callback) {   callback(null, a + b); }  aSum(2, 3, function (error, result) {   if (error) { }   console.log(result); })</code>

ES6:	
synchron	<code>const ES6_sum = (a,b) =&gt; a + b; // is een functie en resulteert in</code>

	<code>console.log(ES6_sum(3, 4));</code>
asynchroon	<code>const ES6_aSum = (a, b, callback) =&gt; callback(null, a + b);</code>  <code>ES6_aSum(3, 4, (error, result) =&gt; {</code> <code>if (error) { }</code> <code>console.log(result);</code> <code>});</code>

### Oefening:

We wensen een synchrone functie (load) te herschrijven op een asynchrone manier. De load functie plaatst een willekeurige lijst van userIds in een tweede array. De load functie voor één id duurt één seconde en willen we omzetten van een synchrone werking naar een asynchrone werking.

Bij de synchrone werking zal de duurtijd minstens gelijk zijn aan het aantal userIds \* 1 seconde. De vertraging simuleren we met de delay parameter. De synchrone werking ziet er als volgt uit en is herkenbaar aan de returns en while structuren:

```
var delay = 1000;

const loadSync = (element, delay) => {
  let start = new Date().getTime();
  while (new Date().getTime() - start < delay) {
    //just wait = while werkt blokkerend !
  }
  return "element " + element + " loaded" ;
}

//monitoren van synchrone doorlooptijd
const loadArraySynchroon = (array, elements) => {
  var start = new Date().getTime();
  for (let element in elements) {
    array[element] = loadSync(element, delay);
    console.log(array[element]); //informatie wanneer ingeladen
  }
  return (new Date().getTime() - start) + "\n";
}
```

Bij de asynchrone werking kunnen alle loads onafhankelijk van elkaar gebeuren. Het inladen van de userIds zal veel sneller voltooid zijn.

De delay blijft gesimuleerd door eenzelfde setTimeout().

De functies load en loadArray behouden hun argumenten maar worden beiden uitgebreid met een extra argument: de callback functie (cb) die de returndata als zijn arg zal meebrengen.

```
const loadAsync = (element, delay , callback) => { . . . }
```

```
const loadArrayAsync = (arrayA , elements, callback) =>{ }
```

Na het inladen van alle elementen op een asynchrone manier wordt cb van loadArrayAsync opgeroepen. Tel de elementen om dit op het juiste ogenblik te doen. Let op: de waarde i van een for lus wordt synchroon bepaald, waardoor de waarde niet gekend is in een asynchrone functie binnen de for lus.

Vergeet ook niet dat de console.log met de finale doorlooptijd OOK asynchroon moet verwerkt worden. In een asynchrone toepassing moeten alle functies asynchroon aangebracht worden.

Noot: Waarschijnlijk gebruikte je een for lus (is ok). Maak voor het asynchroon inladen van alle elementen nu eens gebruik van forEach(callback[, thisArg]), precies omdat **forEach** een callback

functie oplegt en automatisch een index en value argument voorziet.

## 6.2 De event loop beheert de asynchrone taken

Hoe werkt dit asynchroon model nu? Hoe zorgt Node.js ervoor dat I/O taken op een asynchrone manier uitgevoerd?

Het asynchroon programmeer model maakt gebruik van callback functies en wordt ondersteund door de event-loop. De event-loop start automatisch op, wanneer je node start en behandelt het volledig beheer van de pool van events en hun callback functies. De event-loop voert simultaan twee zaken uit:

- De event loop *roept voor het event de bijhorende callback **handler*** op. De handler (of callback) wordt asynchroon uitgevoerd in de achtergrond en op het einde wordt het resultaat terug aan de applicatie bezorgd.
- De event loop houdt bij welk event juist gebeurde en *bouwt een event **queue*** op, die de volgorde van uit te voeren taken bijhoudt.

De event-loop verloopt single threaded en zorgt dat de callback taak gedurende zijn uitvoer ook nooit onderbroken wordt. Mocht je de event loop stoppen (sleep()) dan stopt ook je volledige applicatie. De voordelen van een event-loop zijn triviaal: synchronisatie software is niet langer nodig, concurrent processen verlopen non-blocking, efficiënt geheugen gebruik omdat er minder moet geschakeld worden tussen geheugen plaatsen, scaling wordt eenvoudiger. Natuurlijk kan node in de achtergrond zijn eigen threads en afzonderlijk processen gebruiken, maar tussenkomst van de ontwikkelaar is onnodig. De ontwikkelaar kan zich concentreren op de applicatie software eerder dan op synchronisatie software.

Node.js voorziet voor deze manier van werken verschillende non blocking libraries voor I/O acties zoals database queries, file reading, netwerk access. Het is duidelijk dat door de non blocking voordelen een groot aantal taken simultaan kan beheerd worden zoals bijvoorbeeld meer cliënt connecties of meerdere cliënt operaties.

Van synchroon (blocking) naar  
asynchroon en non-blocking:

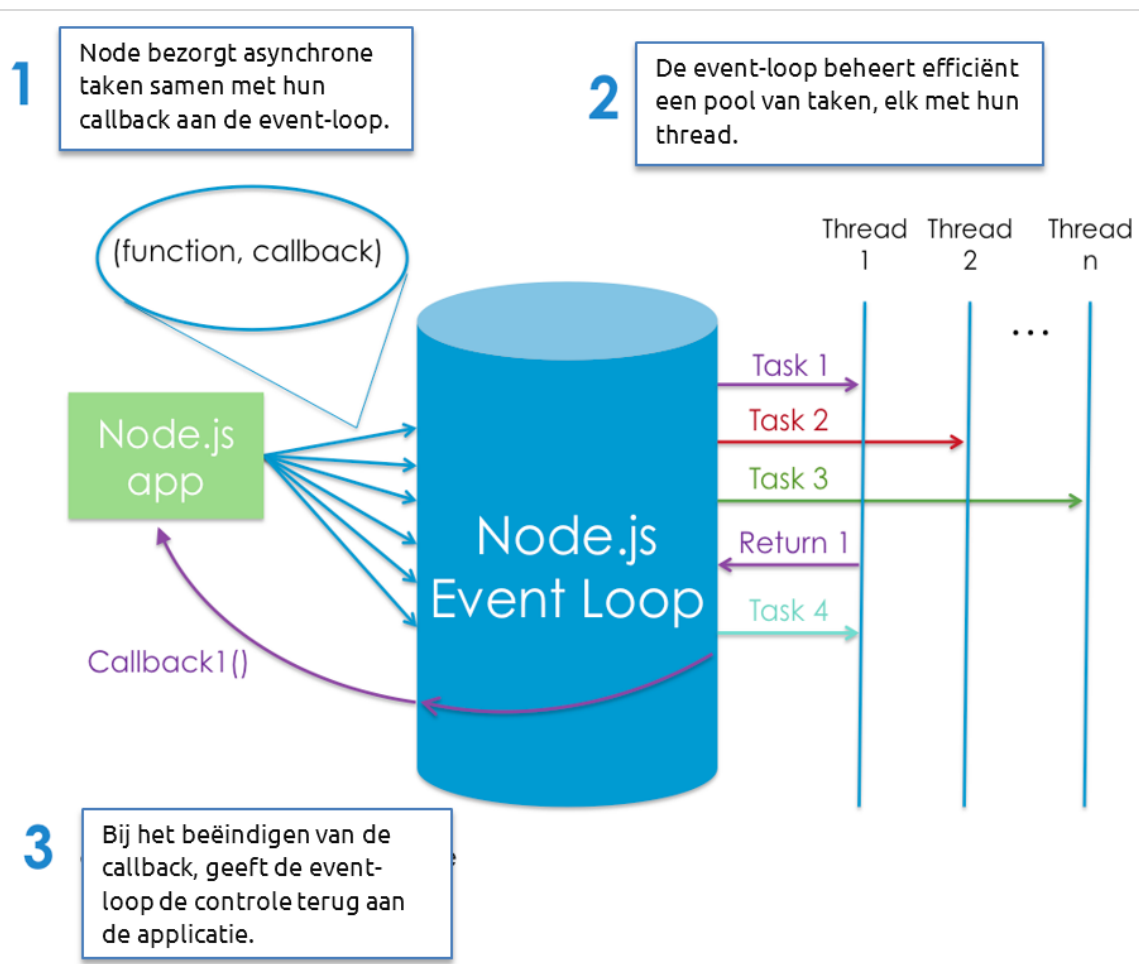
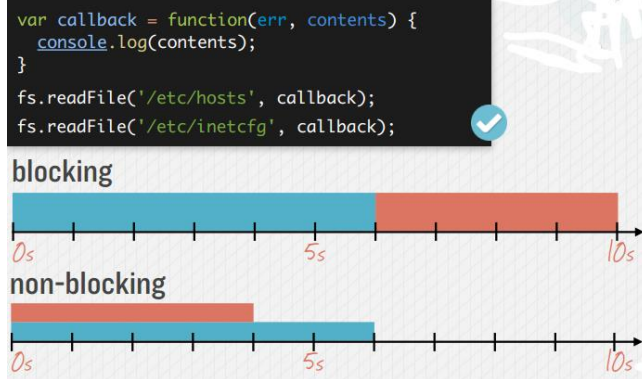


```
var result = db.query("select..");  
// use result
```

wordt asynchroon met een callback functie:

```
db.query("select..", function (result) {  
  // use result  
});
```

Tijdsduur in de queue bij non-blocking:



Figuur 2: De Node.js Event-Loop lifecycle

**Maar! Time consuming callbacks vertragen het output resultaat.**



Node.js en javascript zijn gebouwd op single-threaded event loops. Iedere keer dat node.js een nieuwe eventloop start, spreekt men over een **"tick"**. Deze tick bevat een queue van events ( met bijhorende callback functies, die hun eigen gang gaan). Bij elke loop worden de events uit de queue opgenomen. Dit betekent ook wanneer een fired callback functie heel veel tijd vraagt, dit kan leiden tot een aanzienlijke vertraging van de pending events in deze queue. Zware CPU acties of extreem lang durende callbackfuncties kunnen hierbij resulteren in het sterk vertragen van de applicatie. Node verwacht daarom een snelle return van request, lukt dit niet dan moet toch aan het opsplitsen in processen gedacht worden of aan het gebruik van webworkers (beschikbaar via een module webworker-threads )

Volledigheidshalve kunnen we ook vermelden dat deze techniek niet nieuw is maar reeds gebruikt werd door Ruby, Perl en Python. Wel is het zo dat Node.js het eerste platform is dat vanuit niets geschreven werd met dit in het achterhoofd.

## 6.3 Javascript functies maken hun functiescope aan.

Werken met javascript en node betekent werken met callbackfuncties. Het zijn speciale objecten die daarom ook aan variabelen kunnen toegekend worden. Wat javascript functies méér kunnen dan pure objecten, is dat ze ook opgeroepen kunnen worden voor uitvoer (invoke a function). Het wordt duidelijk dat veel functies kunnen genest worden wat aandacht vraagt voor de scope van functies en controlestructuren.variabelen.

### 6.3.1 Functie scope !== block scope

Kenmerkend voor de functies van javascript, is dat *pas bij het oproepen* van een functie de functie scope aangemaakt wordt! Hierbij blijven de variabelen (met var) binnen de functies verborgen voor de buitenwereld ("encapsulation"), terwijl de variabelen in zijn parent scope toegankelijk blijven voor de functie. OO-talen werken daarentegen met met een block scope, waardoor binnen een functie de variabele eerst moet gedefinieerd worden, vooraleer ze kan gebruikt worden.

Binnen een functie scope voert javascript de declaratie (niet de initialisatie!) van de variabele eerst uit, waar deze declaratie ook maar staat. De variabele kan zelfs eerst vermeld worden in code en pas daarna worden gedeclareerd. Javascript plaatst als het ware de declaratie (= de var) op de eerste lijn van zijn functie scope. Men noemt dit **hoisting**. Dit is geldig voor vars en functies, waarbij functies voorrang hebben. Maar: controlestructuren ( if, for ...)maken een blockscope aan maar geen functie scope!

```
//ES5
var checkMyScope = function (a, b) {

    counter = 0;
    var counter ; //hoisted = declaratie komt eerst (zonder initialisatie)
    console.log("counter returnt hier ", ++counter); //0

    console.log("en hier is de waarde van init: ", init); //undefined
    var init=10;

}
```

ES6 voorziet blockscoping met let en const zoals eerder vermeld:

```
const letMyScope = function (a, b) {

    //counter = 0; //error counter is not defined gezien geen hoisting gebeurt
    let counter;
    console.log("let counter retournt hier ", ++counter); //counter NaN

    console.log("en hier is de waarde van let init: ", init); //init is not defined
    let init = 10;

}
```

Nochtans kan het gebruik van functiescope wel nuttig zijn. Een functiescope laat immers toe afgebakende scopes te bouwen binnen zijn accolades. Dit wordt handig gebruikt door closures en zelf-uitvoerende functies. Deze "speciale functie's" hebben als bedoeling zo weinig mogelijk de global scope van een applicatie te vervuilen. Variabelen horen zoveel mogelijk thuis binnen de functies. Collision met andere gelijknamige variabelen op globaal niveau wordt zo verhinderd. Dit laatste kan natuurlijk ook seder ES6 met let binnen een functie of for lus:

```
var x = 1;

for (let x = 0; x < 5; x++) {
    console.log("block scope variabele ", x) //wordt 1 ... 4
}

console.log("functie scope variabele ", x) //blijft 1
```

Sommige variabelen binnen een functie moeten wel aanspreekbaar blijven van buitenuit zonder daarom globaal te zijn op applicatie niveau. Andere variabelen blijven gewoon encapsulated (local), en dit kunnen ook functies zijn. Deze lokale variabelen worden verwijderd als de functie afgewerkt is. Globale variabelen blijven bestaan tot je de pagina of applicatie sluit.

## 6.3.2 Closures

*Closures zijn functies die naast hun eigen variabelen ook nog variabelen ontvangen van een omvattende functie.* Plaatsen we de closure als inner functie in een outer functie, dan zorgt de outer functie ervoor dat de status van de variabelen ook bewaard blijft in de closure. De closure functie (= de inner functie) bewaart zo de status van zijn variabelen binnen zijn eigen functie scope en heeft toegang tot alle variabelen van zijn omvattende functie .

Een voorbeeld:

```
const processData = function (x) {
    let init = 2, key = 10;
    //closure:
    function secretCalc(y) {
        console.log(x + 2 * y + (++init));
    }
    secretCalc(key);
};
processData(2); // 25 met enkel x als argument
processData(2);
```

De functie `inner()` wordt een closure genoemd. Dit wordt gebruikt om geen enkele variabele een globale scope te moeten geven, waardoor meer geheugen werkruimte beschikbaar blijft. In bovenstaand voorbeeld is de variabele `y` onbeschikbaar buiten `processData`. Deze variabele(n) bruikbaar maken van buitenaf is nu juist de bedoeling van een closure. Er wordt een `return` van de closure functie toegevoegd om dit te realiseren:

```
const processDataB = function (x) {
  let init = 2;
  //closure:
  function secretCalc(y) {
    console.log(x + 2 * y + (++init));
  }
  return secretCalc; // GEEN ARG
};

processDataB(2)(10); //functie invoken = nieuwe scope maken met 10 voor y
```

Anders geschreven:

```
const doeIets = processDataB(2) ;
console.log(doeIets); //returnt "Function" == secretCalc
doeIets(10); //argument y nu bereikbaar van buitenuit => 25
doeIets(10); //wordt 26 (scope werd immers bewaard)
```

Wat testen toont nu wel dat `processdata(2)(10)` telkens een nieuwe scope aanmaakt en zo altijd 25 teruggeeft.

De laatste schrijfwijze waarbij we `processData` niet meer oproepen, zorgt dat de scope ( de waarden van de variabelen) behouden blijft. De garbage collector ruimt de waarden niet op (= sluit de closure niet af) dankzij de aanwezigheid van de `return`. Voer je `doeIets` nog een tweede keer uit dan zal `init` zijn waarde verhogen.

Een "echte" closure kunnen we nu nog beter definiëren:

*Een closure is een functie, die ingesloten is in een outer scope. Hierdoor heeft hij toegang tot alle private variabelen van de outer functie. De closure bewaart zijn eigen scope en laat toe die te bewerken van buiten zijn bovenliggende outer scope dankzij een toegevoegde return. Een closure behoudt de status van zijn variabelen en zijn functie ook als is deze functie al geretournd.*

Dit vindt zijn toepassingen in een teller, het bijhouden van game scores of het aantal levens voor elke gamer (geen singleton dus) enz...

Noot: Hoe je de closure beschikbaar stelt aan de buitenwereld, kan op verschillende manieren. In het voorbeeld zorgt een return hiervoor. Dit is de meest gebruikte methode. Evengoed kan een globale variabele zorgen voor de beschikbaarheid.

```
let fn; //gn const gebruiken, const vraagt een initialisatie

const processDataC = function (x) {
  let init = 2;
  function secretCalc(y) {
    console.log(x + 2 * y + (++init));
  }
  fn = secretCalc; // functie als globale var intialiseren
};
```

Na (!) het runnen van processDataC(2) is "fn" niet langer undefined en kan "fn" uitgevoerd worden: fn(10).

### 6.3.3 Zelfuitvoerende functies

Ook IIFE genoemd = Immediate Invoked Function Expression.

Een functie kan zichzelf oproepen en uitvoeren. Dit doen we door onze functie tussen haken te plaatsen gevolgd door `()`: `(function (args) { . . . })()`

Door de anonieme zelfuitvoering maakt deze functie zijn eigen scope aan. Plaatsen we de IIFE in een variabele en combineren we dit met closure vorming dan behoudt een IIFE zijn scope of: de variabelen van een IIFE behouden hun waarden. Dit brengt ons heel dicht bij een object (of een module) die zijn scope bewaart.

Om deze zelfuitvoerende functie gemakkelijk op te roepen wordt ze in een variabele geplaatst. ES6 laat toe het iets korter te schrijven.

```
const processDataD = (function (x, y) {
  //declaraties en initialisaties
  let init = 2
  const secretCalc= (x, y) => console.log("IIFE result2: ", x + 2 * y +
(++init)) ;
  //publiek maken
  return secretCalc;
})()
```

secretCalc wordt nu beschikbaar via processDataD: `processDataD.secretCalc(2, 10)`;

Het kan nog korter wanneer we gebruik maken van een javascript object als return object. In ES6 hoeft je de eigenschapsnaam van een javascript object niet te vermelden als die dezelfde is als de naam van teruggegeven functie.

```
const processData7 = (function (x, y) {
  let init = 2;
  return {
    secretCalc(x, y) { console.log("IIFE result3: ", x + 2 * y + (++init)) }
    //zelfde als: secretCalc : secretCalc(x,y) { }
  };
})();
```

Closures en zelf uitvoerende functies worden heel veel gebruikt binnen node.js. Reden hiervoor is te zoeken in de doorgave van de callback functie als argument. Deze callback moet als closure functie zijn scope onthouden en fungeert zo net als de eerder vermelde inner functie. De callbackfunctie behoudt hierdoor de status van zijn variabelen.

### 6.3.4 Doorgeven van argumenten bij closures en zelfuitvoerende functies

Zowel bij closures als bij zelfuitvoerende functies kan het nodig zijn om parameters of functies publiek te maken en andere privaat te houden. De parameters meegegeven aan een IIFE kunnen

objecten zijn. Ook voor de return kiest men meestal voor een javascript object. Hierbij een voorbeeld van parameter doorgave bij een zelfuitvoerende functie in een namespace "Game". Het is de bedoeling de score bij te houden via een IIFE. Bemerkt hoe meerdere variabelen kunnen geretund worden door deze return als een javascript object terug te geven.

```
const Game = {}; //literal object
Game.player = "Johan"; //hier

const score = (function (Game) {
    let counter = 0;
    //var player = Game.player;

    let inner = function (bonus) {
        bonus = bonus === undefined? 0 : bonus
        return ({
            player: Game.player,
            points: ++counter + bonus
        })
    }
    return inner;
})(Game); //entry point voor het argument

//Bij elke score() worden de "points" verhoogd (eventueel met extra bonus).
console.log(score());
console.log(score());
let myGame = score(2);
console.log(" De punten van ", myGame.player , ":" , myGame.points);
```

### Oefening:

Wat is het resultaat van de volgende for lus. Besef dat javascript geen scope aanmaakt voor een block gezien javascript een scope aanmaakt binnen zijn functies.

```
/* volgend voorbeeld geeft een resultaat, dat je op het eerste zicht niet
verwacht. Test uit en verklaar.
TIP: Wil je een resultaat in de vorm van 0 1 2 3 4, dan moet je setTimeout()
ombouwen naar een IIFE of ES6 gebruiken.*/
for (var i = 0; i < 5; i++) {
    setTimeout(function () {
        console.log(i);
    }, 20);
}
```

## 6.3.5 Module patroon

Het is maar een kleine stap om van IIFE's over te gaan naar het module patroon. Een node applicatie wordt immers opgebouwd met verschillende modules om het overzicht en "separation of concerns" te bewaren. Zowel bestaande modules als eigen gemaakte modules maken gebruik van het module patroon).

Het module patroon wordt vooral gebruikt om een interne status te verbergen (= gelijkaardig aan information hiding in OOP) en toch een interface naar de buitenwereld aan te bieden. Het algemeen patroon van een module is meestal een reeks hidden variabelen, die gebruikt worden door toegankelijke methodes. Deze toegankelijk methodes worden in het module patroon beschikbaar gemaakt door "de return". We herkennen daarin de closure vorming.

#### 1.1.1.1 Module patroon in ES5

Het typische module patroon ziet er in ES5 als volgt uit:

```
var MyModule;

MyModule = function () {
    //1. Private variabelen
    var something = "Hier is";
    var another = [1, 2, 3];
    var startTime = startTime? startTime: new Date().getTime();

    //2. Inner functies met een scope in MyModule
    function doSomething(x) { console.log(something + " " + x); }
    function doAnother() { console.log(another.join(" ! ")); }
    function duration() {
        return (new Date().getTime() - startTime);
    }

    return {
        //3. Publieke elementen via een javascript object { }
        doSomething: doSomething,
        doAnother: doAnother,
        duration: duration
    };
};

var myModule = MyModule(); //nieuwe scope bij iedere oproep
myModule.doSomething("iets."); //Hier is iets.
console.log("De doorlooptijd bedraagt", myModule.duration());
```

Pas bij het oproepen van de module instantie worden de scopes aangemaakt. Door telkens opnieuw oproepen van de module kunnen **meerdere instanties** aangemaakt worden elk met hun **eigen scope**.

Wenst men echter een singleton dan kan de module opgebouwd worden als een zelf uitvoerende functie. Door de éénmalige zelf oproep wordt de scope bewaard. Omdat het om een singleton gaat, start men meestal ( geen verplichting) de modulenaam met een kleine letter

```
var myModule = (function () { return { } })();
```

#### 1.1.1.2 Module patroon in ES6

In ES6 wordt de schrijfwijze voor modules weinig veranderd. Bovenstaand module patroon als singleton:

```
"use strict"
```

```
var myModule;

myModule = (function () {
    //1. Private variabelen
    const something = "Hier is";
    const another = [1, 2, 3];
    let startTime
    startTime = startTime ? startTime : new Date().getTime();

    //2. Inner functies met een scope in MyModule
    const doSomething = (x) => { console.log(something + " " + x); }
    //const doAnother = () => { console.log(another.join(" ! ")); }
    const getDuration = () => {
```

```

    return (new Date().getTime() - startTime);
}

return {
  //3. Publieke elementen via een javascript object met mogelijks korte notaties
  doSomething,
  doAnother() { console.log(another.join(" ! ")); },
  duration: getDuration
};
})();

//var foo = MyModule(); //onnodig -> singleton
myModule.doSomething("iets."); //Hier is iets.
console.log("De doorlooptijd bedraagt", MyModule.duration());

```

### 1.1.1.3 Modules exporteren en importeren

De verwerking en aanmaak van de bovenstaande voorbeelden gebeuren in dezelfde file. Onlogisch, we willen juist de modules in een afzonderlijke file plaatsen voor hergebruik.

ES5 voorziet "exports" voor export :

```

//module aangemaakt in file "myModule.js"
var modulenaam = (function () { })()
module.exports = modulenaam;

```

ES5 importeren/oproepen in een andere file gebeurt met "require" :

```

var myLocalModuleName = require("./myModule.js");

```

ES6 voorziet "export" voor export (nog niet in Node):

```

//module aangemaakt in file "myModuleES6.js"
export let myModule = { . . . };

```

ES6 importeren/oproepen in een andere file gebeurt met import {} (nog niet in Node):

```

import {myModule} from "./myModuleES6.js";
import {myModule as LoaderService} from "./myModuleES6.js";

```

Module systemen komen nog verder aan bod in volgend hoofdstuk.

#### Oefening:

De asynchrone oefening, waarbij users opgehaald worden, bouwen we om naar een module met de naam "Loader". Als resultaat runt de module asynchroon via zijn instructie:  
 Loader.loadArrayAsync(users , usersIds, function (err, arr, duration) {...

Maak gebruik van module.exports = Loader; om de module beschikbaar te maken in een andere file, waar je ze ophaalt met var Loader = require("./Loader.js"). Het puntje bij de relatieve adressering is verplicht!

Kies zelf voor ES5 of ES6 syntax.

### 6.3.6 Constructor patroon

Naast het module patroon, dat zoekt naar het imiteren van objecten, kan ook het constructor patroon gebruikt worden. Javascript ES5 beschikt niet over classes maar benadert de techniek door het gebruik van prototype, aangevuld met een constructor (ctor) functie.

- Object prototype: Aan het prototype kunnen methoden en eigenschappen worden toegekend. Deze prototype functionaliteiten worden nadien beschikbaar voor elk object afgeleid van dit oorspronkelijke (inheritance). Soms noemt men de eigenschappen en methoden die beschikbaar komen via het prototype de "*Standaard properties en standaard methodes*". De term "standaard" weerspiegelt duidelijk de default aanwezigheid van deze functionaliteiten bij elke afgeleid object. Merk op: standaard properties en methodes zijn *niet enumerable*, zodat ze niet worden opgesomd in een for lus! Wel kunnen ze zondermeer dynamisch uitgebreid of *aangepast worden in runtime*. Iets wat in OOP zeker niet kan. Het Object prototype van ObjectX vraag je op met ObjectX.prototype `//Object{}`
- Function prototype : Dit is het resultaat van de constructor functie. Eigenschappen en methodes aangemaakt via de constructor functie zijn typisch voor een afgeleide instantie en zijn *wel enumerable*. Het function prototype van objectX vraag je op met ObjectX.\_\_proto\_\_ `//function(){}` Vraag je het function prototype op van een instantie objectX.\_\_proto\_\_ dan krijg je ook Object().
- Prototype chain: Dit definieert het samenspel (de volgorde) waarin het function prototype en het object prototype opgeroepen worden.
  - o Bij aanmaken van een object: Alles van het prototype object wordt beschikbaar voor de ctor en voor alle afgeleide objecten. Elk object steunt op het object prototype van zijn super object (overervings principe). Een keten die eindigt bij Object{} waar alles van afgeleid wordt.
  - o Bij opvragen van een object eigenschap/methode. Eerst wordt naar de instance eigenschappen gezocht. Bestaat deze niet dat wordt in een fallback bij het object prototype naar deze property gezocht, en verder in de object prototype van zijn superobject.

Bovenstaand modulepatroon omgebouwd naar het constructor patroon ziet er als volgt uit. De module benaming start meestal wel met een hoofdletter, terwijl de afgeleide instanties van de module starten met een kleine letter.

```
var MyModule;

MyModule = function (something) {
  //private variabelen en methodes:
  const author = "Johan";
  const self = this;
  const double = function (nمبر){ return (nمبر * 2); } ;

  //publieke eigenschappen met initialisatie:
```



```

    this.something = something;

    //publieke methoden met handlers in het object prototype
    this.sender = (msg) => { return this.onSender(this, msg) };

    //pseudo obj eigenschappen:
    MyModule.subject = "Het constructor patroon";

    //pseudo obj methoden:
    MyModule.parse= function (myModule) {
        try {
            return JSON.stringify(myModule);
        } catch (x) {
            throw new TypeError("Parse error ");
        }
    }
}

MyModule.prototype = {
    //1. object properties:
    self: this,

    // pré ES5 notatie
    //startTime: this.startTime? this.startTime: new Date().getTime(),
    // idem met ES5 getter en setter notatie
    _startTime: "", //member
    get startTime() {return this._startTime? this._startTime: new Date().getTime();},
    set startTime(value) { this._startTime = value; },

    // gebruik van getters en setters maakt VALIDATIE mogelijkheden in de setter
    _createdIn: "",
    get createdIn() { return this._createdIn; },
    set createdIn(value) {
        if(isNaN(value) || value > new Date().getFullYear())
        {
            throw "This is not a valid date";
        }
        this.createdIn= value;
    }

    //2. object methods (sync of async) - verkorte functie notatie :
    duration() { return (new Date().getTime() - this.startTime); },
    doSomething(x , cb) {
        if (x === "ERROR") {
            cb("ERROR", null);
        } else {
            cb(null, this.something + " " + x);
        }
    },
    onSender(evt, myMessage) {
        console.log("log:", myMessage)
    }
}

```

```
//uitvoer:-----
var myModule = new MyModule("Hier is");
myModule.doSomething(" NodeJS", function (err, info) {
    console.log(info);
});

console.log("De doorlooptijd bedraagt :" + myModule.duration());
```

#### Oefening:

De asynchrone oefening, waarbij users opgehaald worden, bouwen we om naar een constructor patroon. Als resultaat runt de module asynchroon via het command:

```
var loader = new Loader(users, usersIds);
loader.loadArrayAsync(users ,usersIds, function (err, arr, duration) { ..
```

### 6.3.7 Constructor patroon of module patroon?

#### “this” keyword bij constructor patroon kan veranderen naargelang de caller:

Bij objecten in het constructor pattern wordt de status van een *interne* eigenschap doorgegeven en bewaard door het keyword “this”. De status van this kan veranderen naargelang de caller. Dit kan moeilijker worden wanneer veel met callback functies gewerkt wordt en bvb. de status vóór/na callback moet behouden blijven. ES6 heeft hier wel een aantal oplossingen.

#### Private methoden in een constructor pattern kunnen onhandig worden en veel code vragen:

De “this” eigenschappen die via de constructor aangeboden worden zijn public. ENKEL In de constructor kunnen private variabelen of private methoden rechtstreeks aangebracht worden. Dit kan zorgen voor complexe constructies om private methodes verborgen te houden. In het prototype zijn de methodes public.

Bij closures wordt de status van interne eigenschappen bewaard door de functional scope en blijven aangebrachte variabelen sowieso niet toegankelijk,tenzij ze returnt worden. Dit is iets veiliger naar het gebruik van private variabelen in een javascript omgeving waar alles gemakkelijk publiek wordt.

#### Extensies (=extra features) en overerving maken op een module pattern kan complexer zijn.

Een constructor object is eenvoudig om uit te breiden en over te erven dank zij het object prototype en de prototype chain. Het prototype kan gewoon aangevuld worden (in runtime). Uitbreidingen in closures van modules daarentegen kunnen meer code vragen tot het herschrijven of toevoegen van een nieuwe functie.

#### Performantie verschillen verwaarloosbaar

Naar performantie bestaat er een te verwaarlozen verschil. Een eenvoudige object instantie kan iets sneller zijn dan zijn evenwaardig module patroon. Reden is te zoeken in de langere aanwezigheid van een object in het geheugen. Het prototype wordt maar éénmalig in het geheugen geplaatst en blijft herbruikbaar. Een module is dan weer memory efficiënter, omdat de garbage collector er sneller zijn werk doet.

### 6.3.8 Objecten uitbreiden in het ctor patroon

Zowel het module patroon als het constructor patroon kan gebruikt worden om een bestaand javascript object te voorzien van extra methoden. In javascript betekent dat het object.prototype uitbreiden. Het is daarom ook iets eenvoudiger om een constructor object uit te breiden in vergelijking met een module.

Het native String object uitbreiden met een encryptie methode kan bijvoorbeeld als volgt:

```
String.prototype.encrypt = (function () {

    //Hier komt een private key "secret",
    //die elk vermeld karakter omzet naar een ander
    const secret = {
        'p': '\u0044' ,
        '1': 'a' ,
        '3': ':)',
        '5': '\u00A5',
        '7': '\u00C6'
    };

    //De return bevat de encrypterende (replace) functie (werk dit uit)
    return function () {
        }

    }());

console.log('Een tekst'.encrypt());
```

### Oefening:

1. Breidt bovenstaande zelfuitvoerende enclosure verder uit volgens het module patroon.  
Bouw de replacement functie asynchroon op.  
Dit betekent dat in "myString.replace(searchValue, newValue) " de newValue een callback functie wordt:  
`'Een tekst'.replace(oRegExp, function (a, b) { //return encoded })`
2. Test de encryptie uit op de Loader module, waarbij je user ids encrypteert.  
`let usersIds = ["P1".encrypt(), "P2".encrypt(), "P3".encrypt() . . .`

## 6.4 Events en eventemittors

### 6.4.1 Het wat en waarom van events.

De eventloop is gebaseerd op het afvuren van events, en het beheer ervan met callback functies. Dit opent verschillende mogelijkheden om een asynchroon programma onder controle te krijgen. Je kan er bijvoorbeeld voor kiezen om bij een bepaalde gebeurtenis een event uit sturen naar alle betrokken gebruikers.

#### Event methodes

Voor het beheren van events en callbackfuncties zijn volgende node commands beschikbaar:

Command	Beschrijving
<code>anObject.<u>addListener</u>("eventType", callbackFunction)</code> <code>anObject.<u>on</u>("eventType", callbackFunction)</code>	Zowel "addListener" als het verkorte "on" worden gebruikt om een eventListener aan een event type toe te kennen. <i>Niet "addEventListener"!</i> Het event type wordt als een string aangeboden. Dank zij de listeners kunnen meerdere callbacks op eenzelfde event type toegevoegd worden. Elke callback functie zal hierbij worden uitgevoerd.
<code>anObject.<u>once</u>("event", callbackFunction)</code>	Het event type kan slechts één keer opgeroepen worden.
<code>anObject.<u>removeListener</u>("eventType", callbackFunction)</code>	Verwijder een specifiek event type.
<code>anObject.<u>removeAllListeners</u>("event", callbackFunction)</code>	Verwijder alle listeners

Callbackfuncties bij events worden meestal listeners genoemd: `anObject("event", listener)`

#### EventEmitter patroon vereenvoudigt event binding

Er wordt heel veel gebruik gemaakt van events in node. Een aangemaakt object ( zoals een HTTP server of TCP server) dat events kan uitsturen noemt men algemeen in javascript een "**evented object**". Node noemt een object dat events kan uitsturen een *event emitter*. De ontvangers van een event emitter maken gebruik van callback functies (ook *listeners* genoemd), net zoals de standaard events, maar kunnen naargelang een status of ontvangen antwoord een andere event aansturen en bijgevolg een andere actie ( een andere callback) ondernemen.

Dit is handig wanneer meerdere acties mogelijk zijn in een callback functie. Als we bijvoorbeeld kijken we naar een http server (wordt verder behandeld) waarbij de response *het event emitter object* is en andere acties oproept naargelang de ontvangen response. Het API contract in de documentatie moet geraadpleegd worden om te achterhalen welke event types de eventemitter

ondersteunt. Ook de signatuur van de argument staat in de API beschreven. Er is ook altijd een "error" event type voorzien.

```
let req = http.request(options, function (response) {
  /* eerst mogelijke listener */
  response.on("data", function (data) {
    console.log("Hier response data verwerken", data);
  });
  /* tweede mogelijke listener */
  response.on("end", function () {
    console.log("Hier response beëindigen");
  });
});

req.end();
```

Bemerk hoe `response.on("data")` een verkorte schrijfwijze is voor `response.addListener("data")`. Voor alle duidelijkheid, vermeld ik erbij dat ook de verkorte schrijfwijze meerdere eventlisteners toelaat.

Bemerk eveneens hoe gebruik gemaakt wordt van een anonieme functie i.p.v een benoemde zoals in:

```
response.addListener("data", function receiveData(data) { })
```

## 6.4.2 EventEmitters en listeners zelf aanmaken

### Waarom

Het zelf aanmaken van customised event emitters is niet altijd nodig. In veel gevallen kan je het probleem oplossen door een reeks van callbackfuncties aan te brengen. Die callbackfuncties kunnen mooi na elkaar opgeroepen worden.

Maar bij meerdere statussen of verschillende callback functies over verschillende objecten, kan het interessanter en overzichtelijker worden om event emitters te gebruiken. Een listener luistert gewoon naar een afgevuurd event. Je kan in elke module luisteren naar het afgevuurd event. De eventhandler doet verder het nodige en verwerkt ontvangen data. Het geheel wordt beheersbaarder. Bovendien vormen meerdere listeners op één en eenzelfde event geen probleem. EventEmitters zijn dan ook belangrijk (!) voor nodejs (info: <http://nodejs.org/api/events.html>)

### Aanmaken van EventEmitter

Eventemitters aanmaken kan zowel in het module pattern als in het constructor pattern. Het aanmaken zelf kan bovendien op twee manieren. Beide methoden maken gebruik van het EventEmitter object, dat je ophaalt met "require".

```
let emitter = new (require('events').EventEmitter)();
```

1. Rechtstreeks gebruik maken van het EventEmitter object. Er wordt een instantie van `emitter` aangemaakt, die boodschappen kan emitten en kan luisteren. Deze instantie wordt beschikbaar gesteld voor alle listeners.

- a. Ontvanger `emitter.on(eventName, function ([, arg1][,arg2][...]{ })`  
`loader.emitter.on("addedUser", function(data){ })`
- b. Zender: `emitter.emit(eventName[, arg1][,arg2][...]).`

Noot: In het constructor pattern wordt de emitter instantie public gemaakt via de functie constructor ( `this.emitter = emitter`), in het module pattern kan dit via de return ( `return {emitter:emitter}`)

2. Een object laten erven van het EventEmitter object, zodat alle eigenschappen (emitter en luisteren) rechtstreeks beschikbaar zijn op dit object. Het object wordt een evented object en kan nu zelf emitter en luisteren. Dit gebeurt bijvoorbeeld in het Expressframework waar `resp.app.js` een evented object is. .

- a. Ontvanger: `resp.app.on("addedUser", function (name, counter){ })`  
`Loader.on("addedUser", function (data) {...})`
- b. Zender: `resp.app.emit("addedUser", name, ++counter)`  
In het constructor pattern vaak terug te vinden als:  
`self.emit()`

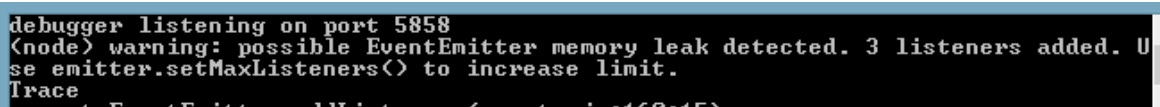
Noot: In het constructor pattern wordt overerven als eenvoudiger ervaren dan in het module pattern.

Erven in het constructor pattern gebeurt overerven van het function prototype via `EventEmitter.call(this)` en het object prototype via `MyObject.prototype = Object.create(EventEmitter.prototype).`

Erven in het module pattern doe je door het EventEmitter object als argument mee te geven en de on functie via return public te maken ( `var on = function(evt, cb) { emitter.on(evt,cb) }`)

## Aandachtspunten

1. De volgorde waarin de handlers aangemaakt worden is van groot belang. Een event (emit) wordt pas gedetecteerd NA registratie van de eventlistener! *De listeners moeten daarom eerst aangemaakt worden voordat de emit gebeurt.* Bij een emit zonder dat een voorafgaande listener registratie gebeurde, krijg je geen resultaat , maar krijg je ook geen error boodschap.  
De events worden bovendien afgehandeld in de volgorde van aanmaak.
2. Het dynamisch aanmaken van event emitters kan voor memory leaks zorgen. Door een programmeerfout zou het kunnen dat je blijft listeners toevoegen (denk aan de continue eventloop) op hetzelfde event. Node zal wel een warning produceren, maar nog beter is het om het maximaal aantal listeners te tellen met `emitter.listenerCount(eventName)` en te beperken met: `emitter.setMaxListeners (5)`. Dit onderbreekt het programma niet, maar zal wel een warning geven:



```

debugger listening on port 5858
(node) warning: possible EventEmitter memory leak detected. 3 listeners added. Use
emitter.setMaxListeners() to increase limit.
Trace
    at EventEmitter.listenerCount (events.js:168:15)

```

#### 1.1.1.1 Met instanties van EventEmitter werken.

```
//ophalen van de EventEmitter prototype uit de events lib.
const emitter = new (require('events').EventEmitter)();

let name = "johan";
let counter = 0;

//eventlistener addedUser aanmaken
//-> moet VOORAF: voordat via emit opgeroepen wordt ( wel geen error)
emitter.on("addedUser", function (data, counter) {
  console.log("Je voegde een nieuwe user toe: %s (%s)", data , counter);
});
emitter.setMaxListeners(5); //safety voor verhinderen van memory leaks

//aangemaakt type event oproepen
//argumenten worden met een komma separated list toegevoegd.
emitter.emit("addedUser", name, ++counter)
```

### Oefening: data van de server ophalen

Beschouw een taak waarbij fictief data opgehaald wordt van een server. Na 500msec krijgen we een succesvol antwoord (= wordt een event getriggerd). Na 1 sec komt een fout. Dit simuleren we als volgt:

```
//ophalen van data succesvol
setTimeout(getData, 500, 'success');
//ophalen van data faalt
setTimeout(getData, 1000, 'error');
```

Je kan dit uitwerken met een callbackfunctie "getData" en een extra "receivedData" als callback.(info op developer.mozilla).

```
setTimeout(getData, 500, 'success', receivedData);
```

```
function getData(status, callback) {
  callback(status)
}
```

Maar evengoed kan dit met een eventemitter, waardoor het extra argument (received data) overbodig wordt. Maak een eventemitter aan, die deze situatie afhandelt met een passende boodschap:

"Het ontvangen van data is afgehandeld met de status .... "

### Oefening: Loader uitbreiden met eventemitter

In de async oefening waar we users ophalen (Loader module), wordt waarschijnlijk wel "console.log()" gebruikt om feedback te krijgen. Om in de toekomst ook andere zaken te activeren (andere boodschap, extra acties) , verwijderen we deze console.log om te vervangen door emitter. emitter.emit("addedUser", element);

Dit levert ons meer flexibiliteit voor elke andere module die op de hoogte moet gehouden worden dat Loader een user verwerkte.

In de file die de applicatie gebruikt doen we de verwerking (asynchroon) via:

```
Loader.emitter.on("addedUser", function (data) { ...
```

Maak gebruikt van het constructor of module patroon en maak een emitter instantie publiek zodat het volgende mogelijk wordt:

- loader.emitter.on("end" . . om de totale doorlooptijd weer te geven.
- loader.emitter.on("anError" . . om foutboodschappen weer te geven.  
Het is aanbevolen om geen built-in event namen te gebruiken voor specifieke toepassingen. Het is dan ook voorzichtiger om gebruik te maken van "anError" event in plaats van "error" event.

#### 1.1.1.2 Een object ombouwen naar een EventEmitter (evented object)

Om een object event aware te maken wordt overerving toegepast. Overerving kan in het module patroon of constructor patroon.

##### 1. Constructor patroon

Erven kan in het functie prototype (constructor) of in het object prototype of in beide:

- Het object prototype overnemen:  

```
Loader.prototype = Object.create(EventEmitter.prototype) //beter
//Loader.prototype = EventEmitter.prototype; //alternatief - overschrijft
```
- In de function constructor de prototype eigenschappen ophalen:  

```
EventEmitter.call(this ,arg1 , arg2 ... ); //this is het overervend object
EventEmitter.apply(this ,args); //alternatief - argumenten via een Array
```

```
const EventEmitter = require('events').EventEmitter;

//function prototype
const MyModule = function (args) {
  EventEmitter.call(this);
  const self = this;

  const doeIets = function (data, cb) {
    self.emit("userAdded" , data);
  }
}

//object prototype
MyModule.prototype = Object.create(EventEmitter.prototype)
```

##### 2. Module patroon:

```
const EventEmitter = require("events").EventEmitter

const myModule = (function (EventEmitter) {
  {
    let emitter = new EventEmitter();

    //functie overname met oproep via nieuwe functie "on"
```



```
let on = function (evt, cb) {
    emitter.on(evt, cb);
};

let doeIets = function (data, cb) {
    emitter.emit("userAdded" , data);
    ....
}

return {
    on

};

})(EventEmitter);
```

### Oefening: Loader wordt een evented object.

Maak van de Loader een evented object. Kies zelf voor een constructor patroon of module patroon.

## 6.5 Javascript (ECMA) en node

### Javascript versies

- ES5: de javascript standaard (ECMA-262) sedert 2009  
ECMA staat voor "European Computer Manufacturers Association" en bestaat sedert 1961 voor het publiceren, aanbevelen en standaardiseren van informatie en communicatie systemen. Javascript ontstond in 1995 met Brendan Eich.
- ES2015 is de nieuwste officiële javascript versie sedert juni 2015. Ook **ES6** genaamd.  
info: <https://babeljs.io/docs/learn-es2015/>
  - o Nieuwe syntax (= minder lijnen code maken het overzichtelijker tot eenvoudiger)
  - o Nieuwe mogelijkheden om javascript code te structureren ( nettere code , onderhoudbaarder)
  - o Nieuwe features: generators, iterators, promises, api's , collections, classes en object extensions.(native implementaties maken het sneller)
- ES2016 (ES7) is nog work in progress.

Bij node runt javascript op de server. Dit resulteert in een veel grotere uniformiteit van javascript versies. Reeds in versie 4 voorzag node een gedeeltelijke compatibiliteit met ECMA Script 5 en 6. In mei 2016 werd versie 6 van node voor 93% ES6 compatibel met interessante eigenschappen zoals : default, REST parameters, destructuring, class en super keywords

Een comptabiliteit kaart is te vinden op github: <https://kangax.github.io/compat-table/es6/>

### Meest gebruikte ES5/ES6 EcmaScript eigenschappen/methodes in een node applicatie:

Onderwerp	Eigenschappen/methodes	Meer info

Array	<p>Array.isArray(array)</p> <p>Array.from(arrayLike, cb, args)</p> <p><i>prototype</i></p> <p>join(), concat(). pop(), push() shift(), unshift() sort(), reverse() slice(), splice()</p> <p>array.forEach(callback)</p> <p>array.some(callback, args)) array.find(callback) array.indexOf() array.filter(callback) array.map(callback)</p>	<p>Controleren of we een array hebben. (ES6)</p> <p>Transformeert array like object volgens cb(ES6)</p> <p>string converties laatste item: verwijderen, toevoegen eerste item:verwijderen, toevoegen sortering deel kopiëren, deel verwijderen</p> <p>Voert de callback op elk element uit</p> <p>returnt true indien gevonden returnt de gevonde waarde (ES6) index based opzoeken filteren volgens callback Transformeert array naar nieuwe array volgens cb</p> <p>Meer: <a href="https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Array">https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Array</a></p>
Date	Date.now()	Ophalen van de huidige tijd in de vorm van <code>new Date().getTime()</code>
Math	random()	Meer: <a href="https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Math">https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Math</a>
String	<p>substr(), substring(): length indexOf() split() string.trim() string.trimRight()</p>	<p>delen vd string: lengte opzoeken converteren van string naar array witruimte verwijderen (ES6)</p> <p>Meer: <a href="https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/String">https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/String</a></p>
JSON	<p>JSON.stringify(obj [, replacer [, space]])</p> <p>JSON.parse(string)</p>	<p>Maakt JSON string aan.(serializeert javascript objects naar een string)</p> <p>Returnt het object ( deserialiseren); Is veiliger(!) en performanter dan het eerder gebruikte "eval"</p>
Timers	<p>setInterval(), setTimeout(), requestAnimationFrame()</p>	
Object	<p>Object.create(proto[, props]) Object.defineProperty(obj, prop, descriptor)</p>	<p>Nieuw object aanmaken vanuit een ander (proto)</p> <p>Object eigenschappen aanmaken waarbij descriptor writabel, enumerable, configurable beheert.</p>

Get/Set	<pre>Object.preventExtensions(obj) Object.hasOwnProperty("aProp")  var obj = {   get iets(){ return "aValue" },   set iets(v){ "initialize" } }</pre>	<p>Laat niet toe om eigenschappen toe te voegen. Controleren of de eigenschap bestaat.</p> <p>getter en setter syntax</p>
vars	<pre>{   const iets = "read only   vasteWaarde";   // a geeft hier een ref.error   let a = 10; }</pre>	<p>Het command 'let' laat expliciet "block scoping" toe. De variabele is enkel gekend binnen het block { } en is <i>pas gekend op de lijnen na zijn declaratie</i>. De garbage collector kuist sneller op.(ES6).</p>

Enkele voorbeelden:

```
let foundValue = arrPersons.find(person => person === "Johan");
let foundIndex = arrPersons.findIndex(person => person === "Johan");
let persons = persons.map(x => x.toUpperCase());
```

## 6.6 JSON als transport middel

Vooraf JSON wordt gebruikt (ipv XML) bij transport van data binnen een node applicatie. Verwar een javascript literal object ( var obj = { } ) niet met een JSON object . Een JSON object is onderworpen aan specifieke voorwaarden. Een korte herhaling van JSON met enkele aandachtspunten:

Een generisch JSON object ziet er als volgt uit, waarbij de key als string tussen dubbele (!) quotes aangeboden wordt: { "key1": value1, "key1": value1,... "keyN": valueN }

Maak gebruik van een validator om JSON te evalueren: <http://jsonlint.com/>

JSON ondersteunt volgende data types als values:

- Number:  
Enkel base-10 getallen worden geaccepteerd. Een expliciete conversie van hex of octale getallen moet buiten de notatie gebeuren.  

```
{ "hexgetal": 0xFF } //invalid -> maar return geen error
```
- String:  
Er wordt verwacht dat strings tussen double quotes komen.  

```
{ 'string': 'iets' } //invalid
```

  
Alle string karakters zijn valid, maar sommige verwachten wel een escape ( met backslash), want het blijft javascript. Voorbeeld: single quote ' , double quote " , backslash \ , alle speciale chars zoals \t \n

- Boolean:  
Enkel true en false (kleine letters) worden geaccepteerd.  
`{ "boolean": 1 } //is geen Boolean`
- Array:  
Wordt weergegeven met vierkante haakjes (niet `new Array()`) en kunnen genest worden. Associatieve arrays resulteren bij `stringify` in een lege array. Indexed array worden wel gestringified. Je kan daarom best gebruik maken van `array.push()` om deze aan te maken.  
`{ "arr1": [100, true, ["string1", "string2"]] }`  
Er wordt binnen node veel gebruik gemaakt van zo genoemde JSON arrays. Hierbij verwijst met naar Array's die JSON objecten bevatten. Ze kunnen bvb.gebruikt worden bij sockets om validatie errors van server naar cliënt te sturen.  

```
var arrErrors = [
  { "field": "userId", "errMsg": "userId is verplicht" },
  { "field": "msg", "errMsg": "Minstens 10 karakters invullen" }
];
```

  
De cliënt kan de ontvangen datastring verwerken met de `JSON.parse()` methode:  
`JSON.parse(arrErrors)` returnt {Array}  
`JSON.parse(arrErrors[0]).errMsg` returnt JSON eigenschap
- Object :  
Kunnen net zoals arrays genest worden. Ook JSON objects kunnen genest worden:  
`var person = { "person1": { "adres": { "stad": "Kortrijk" } } }`
- null:  
JSON supporteert niet undefined, maar wel null ( net zoals een lege string, lege Array, .. )

Voor niet gesupporteerde datatypes zoals Date, RegExp, Math ...moet een conversie gebeuren naar één van bovenstaande gesupporteerde datatypes. Vaak wordt gewoon `toString()` toegepast.

Het Date object bevat echter wel de method `toJSON`: `new Date().toJSON()`-die je kunt gebruiken om een universeel interpreteerbare string met een datum te genereren onder de vorm van 2015-10-01T12:22:45.547Z

Je kan geen commentaar zomaar toevoegen in een JSON file. Dit kan niet met `//` of `/* */` ook al is het javascript. Wil je toch commentaar toevoegen, maak dan bijvoorbeeld een comment data element aan:

```
{
  "comment": "testfile.js met hier commentaar",
  "user": {   },
  "user": {   }, ...
}
```

Een JSON file heeft geen length eigenschap zoals Array! Itereren over een JSON file doe je met `for(key in data) {}`, `for(key of data) {}` of met een `foreach(key in data)`

`JSON.stringify(obj [, replacer [, space]]` laat toe een javascript object te serializeren:

```
//javascript object: {ID: 100, Name: 'Johan', City : "Brugge"}
var person = { ID: 100 , Name : "Johan", City : 'Brugge' }
//
//JSON object: {"ID": 100, "Name": "Johan", "City" : "Brugge"}
```

```
var personStringified = JSON.stringify(person);
```

De optionele argumenten `replacer` en `space` bieden extra mogelijkheden aan.

Met de `replacer` kan het stringification proces beïnvloed of gefilterd worden. Zo kan je bvb. enkel strings stringifyen. De `replacer` zelf is een functie met twee argumenten : een key en een value ( `JSON.stringify(myObj, myFilter)`). Als eerste key wordt het object zelf aangebracht en daarna al zijn properties.

Met het `space` argument kan white space geformateerd worden. Een getal duidt op het aantal gebruikte lege spaties, een string op de te gebruiken string als spatie. (meer info op MDN)

`JSON.parse(string [, reviver]-)` maakt een javascript object van een JSON string.

```
JSON.parse(personStringified)
```

```
JSON.parse('{ "ID": "100", "City": "Brugge" }') //string=> enkele quotes
```

`JSON.parse` wordt gebruikt als alternatief op het vroegere `eval()`. De `eval()` instructie is een slecht performerende en bovendien onveilig, omdat alle mogelijke betekenissen geëvalueerd worden. **JSON.parse** evalueert enkel valid JSON "strings". Het is **een synchrone methode** en wordt daarom ook best voorzien van een `try/catch/finally` om mogelijke fouten op te vangen. Het `reviver` argument is op zijn beurt een functie met twee argumenten ( key/value). Tijdens het parsen kan de key waarde (= een eigenschap) verwerkt worden naar een nieuwe waarde.

```
var result;

try {
    //JSON === string=> enkele quotes
    result = JSON.parse( '{ "ID":100, "City":"Brugge"}' , reviver)
}
catch (error) {
    console.log("invalid json", error) ;
}
finally {
    console.log("done:", result) ;
}

function reviver(key, value) {
    if (key === "City") {
        return "Kortrijk";
    } else {
        return value; //niet vergeten
    }
}
```

De `reviver` wordt in praktijk gebruikt om foutief ontvangen API waarden aan te passen.

## Oefening

Onze users array is een JSON array geworden (met een fout op ID6):

```
var usersJSONArray = [ { "ID" : "P1" } , { "ID" : "P2" } , { "ID" : "P3" } , { "ID" : "P4" } , { "ID" : "ERROR" } , { "ID" : "D6" } ];
```

Pas de oefening aan om nu via parsing de IDs op te halen. De fout bij ID6 wordt in runtime omgezet naar P6.

## 6.7 Classes in ES6

ES6 maakt een class structuur beschikbaar. Dit betekent dat in de achtergrond alles nog naar het object prototype en het function prototype vertaald worden. Je kan het bekijken als een andere syntax op het constructor patroon. Opnieuw "syntax sugar" met wat extra voordelen van een verkorte ES6 functie notatie:

```
//0.imports (require() voor node)
//0.member variables met module scope (let, const)

class Person {
  //geen variabelen mogelijk op hoogste niveau

  //1. Function prototype: vervangt de ES5 constructor functie
  constructor(firstName, lastName, age=20) {
    //11.private members met const of let

    //12.instance members (publiek door "this")
    console.log(firstName + " is instantiated.")
    //a. properties met initialisatie
    this.firstName = firstName;
    this.lastName = lastName;
    this.time = new Date();

    //b. events (met handlers in object prototype)
    this.sender = (msg) => { return this.onSender(this, msg) };

    //c. variabelen nodig in het object prototype (get/set)
    this._age = age
  }

  //2. Object prototype:
  //21.getters en setters gebouwd als functies

  get age() { return this._age; }
  set age(value) {
    //validation
    if (value >= 110 || value < 0) {console.log( value +" is not a valid age.");}
  }
  this._age = value;
}

  //22. methodes (wel nog altijd op het toegankelijke object prototype)
  toString() { return ("Mijn voornaam is " + this.firstName); }
  onSender(evt, myMessage) { console.log("log:", myMessage) }

  //23. static method met het keyword static
  static getSchool() { return "NMCT in HOWEST"; }
}

//3. static (class) properties komen buiten de class beschrijving
Person.school = "Howest"
```

De module structuur voor de *ES6* keywords "*export*" en "*import*" is default nog niet geïmplementeerd in nodejs. We blijven voor het importeren van objecten aangewezen op "*module.exports*" en "*require*", tenzij je gebruik zou maken van een transpiler zoals babel (> npm install babel) en zijn bijhorende presets ( >npm install babel-preset-es2015) voor een configuratie file (.babelrc).

## 7 Node module systeem: npm & CommonJS

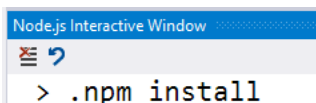
Node.js voorziet vanuit de command line maar een low-level API. Het gebruik van third-party modules, naast je eigen applicatie modules, is daarom noodzakelijk om een complexere toepassing te maken, zodat je niet alles zelf moet programmeren.

### 7.1 Node Packaged Modules (npm)



- Node.js wordt verstuurd met een uitgebreide repository aan bruikbare modules. Deze repository is te vinden op <https://www.npmjs.org/>. Het aantal bruikbare modules groeit zeer snel (76.000 in mei 2014, 82.000 in juli 2014, 188.000 in sept 2015...). Installatie van de modules verloopt vlot via een package manager met naam **Node Packaged Modules (npm)**. Deze manager maakt gebruik van nuget.
- Het installatie commando voor een module is "install". Met het bijkomend argument -save wordt de installatie opgenomen in het json package. Met -dev wordt de module niet geïnstalleerd bij productie deployment.  
Enkele voorbeelden:

- Met "`npm install jslint`" installeer je jslint
- Met "`npm install colors--save`" installeer je een module om de kleuren en tekst formaat van de console aan te passen, en wordt dit bijgehouden in package.json
- "`npm install --save-dev -g protractor`" zorgt er voor dat de test runner protractor niet op de productie server komt maar wel globaal op je lokaal systeem.
- Met "`npm install express@4.1.2 --save`" installeer je het framework express van de vernoemde versie en voeg je dit toe aan de package.json.  
Op hun beurt laten geïnstalleerde modules vaak extra opties/installaties toe:  
`--express [options] [dir|appname]`  
Voorbeeld: `--express -e, -ejs` voegt support toe voor een EJS view engine (<http://embeddedjs.com>), terwijl express default van jade gebruik maakt.
- Met "`npm install`" zonder extra args, wordt naar de **package.json** file gezocht waarin de te installeren modules vermeld staan. De modules worden opgehaald en geïnstalleerd. Er kunnen zich "npm WARN" messages voordoen, waaruit npm zich zelf reconvert. "npm ERR!" messages duiden wel op een verkeerde installatie.
- De "scripts" tag in een package.json file bevat taken, die ook vanuit npm kunnen opgeroepen worden. Zo kan `{ "scripts" : { start:"init()" } }` met "`npm run start`" geactiveerd worden.
- In visual studio kan npm opgeroepen worden vanuit de interactive window. De commands starten er wel met een punt:



```
> .npm install
```



- npm kan in twee modes gebruikt worden: Local en Global
  - Local is de default en aanbevolen mode en verwijst naar de lokale mappen waarmee de applicatie werkt. In dat geval werkt node met de modules in een onderliggende map met als naam "*node\_modules*"
  - Global verwijst naar modules die globaal beschikbaar zijn op systeem niveau. Om de globale mode te activeren tijdens installatie is een "-g" vlag nodig:  
**"npm install -g moduleName"**
- Zelf modules toevoegen aan de npm repository kan met "**npm publish**" gevolgd door de modulenaam. Er verschijnt een error bij het gebruiken van een modulenaam die reeds in gebruik is.  
Om te publishen moet de package.json file in de root komen van het npm package.
- Zoeken naar modules doe je met "**npm search**". Voorbeeld: Met "**npm search pdf**" krijg je een overzicht van alle modules met pdf in de beschrijving, met ernaast een korte beschrijving van de module. Meer CLI commands vind je in de documentatie:  
<https://docs.npmjs.com/> :
  - Bijkomende installatie commando's zijn "npm update", "npm uninstall", "npm link", "npm unlink". Linken is interessant indien je een module uit een andere applicatie wil gebruiken in je huidige applicatie.
- "**npm list -g --depth=0**" toont welke packages globaal geïnstalleerd zijn. De depth factor heeft het aantal dependencies. Depth =0 zorgt voor root packages only..
- npm is een packaging tool, en geen server tool. npm kan bijgevolg ook cliënt script programma's bundelen. (vb: <http://requirebin.com/>, angular, bootstrap). In vergelijking met andere packaging tools kiest men vaak:
  - npm voor server packages (zoals lodash, gulp, grunt, yeoman)
  - bower voor client packages (zoals bootstrap, angular, require, generator-hottowel)
  - NuGet voor .NET packages
- Modules kunnen onderlinge dependancies hebben. De snel groeiende module "express" biedt tools aan voor het verwerken van het http protocol en wordt gerefereerd in heel veel andere modules : meer dan 3500 in sept 2014, meer dan 6500 in sept 2015.  
Overweeg het gebruiken/installeren van een module met zeer veel dependancies. Dit kost overhead en is misschien onnodig.  
De dev-dependancies zijn alleen nodig bij ontwikkelwerk ( vb. runnen van een test). Dev-dependancies worden niet automatisch gedownload. Ze worden wel gedownload indien je vanuit de command prompt binnen de module map de "install" oproept.
- Een verzameling van modules kan geïnstalleerd worden via één json package met naam **package.json**. Deze file "package.json" moet een VALID JSON file zijn en wordt toegevoegd aan de root van de applicatie. Je kan deze file manueel toevoegen of je doet het via een node command: **>npm init**. Het command init zorgt voor een basis guideline voor de belangrijkste features.

```
C:\Program Files (x86)\nodejs>npm init
This utility will walk you through creating a package.json file.
It only covers the most common items, and tries to guess sane defaults.

See `npm help json` for definitive documentation on these fields
and exactly what they do.

Use `npm install <pkg> --save` afterwards to install a package and
save it as a dependency in the package.json file.

Press ^C at any time to quit.
name: <node.js>
```

Na init kunnen packages geïnstalleerd worden en zorgt --save ervoor dat de package.json file aangevuld wordt

```
> npm install express --save
```

Omgekeerd kan de package.json manueel aangepast worden en zorgt >npm install dat de modules met hun gewenste versie (!) geïnstalleerd worden.

In de package.json file zijn verschillende eigenschappen aanwezig ( tussen double quotes)

- *"name"* is de unieke identifier van de module en verhindert collision met andere modules.
- *"main"* bepaalt het startpunt van de applicatie.
- *"version"*: de versie wordt aangebracht volgens de semantic versioning specificatie ( <http://semver.org/>) bvb. 0.1.2-a
  - Hierbij is "0" het MAJOR versie getal en verwijst naar een reeks nieuwe features of functionaliteiten,
  - "1" het MINOR versie getal voor aangepaste features,
  - "2" een PATCH versie getal voor updates, "-a" . Het is een optioneel karakter dat geen functioneel effect heeft maar bvb. voor meer documentatie gebruikt wordt.

Spendeer de nodige aandacht aan het nummeren en de compatibiliteit van versies. Node is immers open source! Met het command "npm update" worden de modules naar de laatste gewenste versie gebracht.

- *"~2.9.3"* Een tilde verwijst naar de recentste minor versie en neemt de patches van deze versie op:
- *"^2.9.3"* Een kapje verwijst naar de recenste major versie
- *">=0.10.10"* Ook basis bewerkingen kunnen.
- *"dependencies"* en *"devDependencies"*: Afhankelijkheden van andere modules ( en hun versie) zijn terug te vinden in de eigenschap *"dependencies"*. Afhankelijkheden die enkel nodig zijn tijdens ontwikkeling (bvb.: testing framework mocha) en niet in productie komen terecht in de eigenschap *"devDependencies"*.

Het gebruik van package.json garandeert dat bij deployment je applicatie de juiste versie van een afhankelijke module installeert en gebruikt. De subdependencies van een afhankelijke module worden wel niet gespecificeerd. Uitzonderlijk kan dit voor een probleem zorgen bij het deployen van je applicatie op een andere server, die de vermelde dependancies en (niet compatibele) subdependancies ophaalt. Sommige servers voorzien hiervoor een extra json file. Voorbeeld: windows azure met een npm-shrink-wrap.json file.

- In de *"scripts"* eigenschap kunnen enkel voorgedefinieerde eigenschappen gebruikt worden ( op te vragen via `npm help scripts`). Deze voorgedefinieerde eigenschappen zorgen voor een één op één relatie met commando's die je in node kan gebruiken.  
Meer info: <https://www.npmjs.org/doc/files/package.json.html>

- Een uitgewerkte package.json:

```
{
  "name": "MainApp",
  "main": "./lib/myStartModule.js",
  "version": "1.0.0",
  "description": "Een beschrijving van de module",
  "author": {
    "name": "Johan FromHowest",
    "email": "JohanV@howest.be",
    "url": "http://www.howest.be"
  },
  "keywords": [
    "myMainApp",
    "npmExample"
  ],
  "repository": {
    "type": "git",
    "url": "http://github.com/project/module.git"
  },
  "dependencies": {
    "MainSubapp1": "0.3.x",
    "MainSubapp2": ">1.2.0",
    "TheGitApp": "git+http://git@github.com:project/action"
  },
  "devDependencies": {
    "mocha": "~1.9.1",
    "jshint": "^2.9.3"
  },
  "engines": {
    "node": ">=0.10.10",
    "npm": "1.2.x"
  },
  "scripts": {
    "start": "httpserver.js",
    "test": "echo 'Geen testing voorzien'.",
    "postinstall": "echo 'Bedankt voor de installatie.'"
  },
  "jshintConfig": {
    "esversion": 6,
    "moz": true,
    "node": true,
    "predef": [ "MY_GLOBAL" ]
  }
}
```

## 7.2 Node gebruikt het CommonJS modulesysteem

Javascript injecteer aangemaakte variabelen in de global namespace. Zonder opsplitsing in modules is collision snel gebeurt, tenzij je een modulesysteem hanteert. Een modulesysteem zorgt ervoor dat elke module binnen zijn eigen context runt en zo de global scope niet vervuult. Elke module, meestal herkenbaar op basis van zijn naam of van een filePath, krijgt zijn eigen context toegewezen binnen de global namespace. Resultaat: modules werken binnen hun scope zonder conflict met een andere module scope. Modules kunnen dynamisch andere modules importeren.

Twee modulesystemen (CJS en AMD) worden vooral gebruikt:

- CJS (CommonJS):
  - o MIT licentie sedert 2009
  - o Vooral gebruikt in toepassingen, die buiten de browser draaien (op servers , embedded in devices ) -> wordt gebruikt in Node.js
  - o Compacte syntax met `module.exports = myModule;` en `require('myModule')`
  - o Modules worden synchroon ingeladen
  - o Er wordt gewerkt aan deze specificatie door een gelijknamige werkgroep, die echter nog niet erkend is door de ECMA werkgroep. Basis informatie is te vinden op <http://wiki.commonjs.org/wiki/Modules/1.1>
- AMD (Asynchronous Module Definition):
  - o Vooral gebruikt in browsers -> gebruikt in Require.js ( <http://requirejs.org/>) en curl.js , jQuery
  - o Iets complexere syntax met `define()` en `require()`. De "define wrapper" laat optionele argumenten toe.
- UMD (Universal Module Definition):  
De CJS en AMD module systemen veroorzaken nogal wat discussie, zodat de ECMA groep "TC39" een vernieuwde standaard nastreeft voor modules voor "large scale javascript applicaties". ES6 speelt hierop in en definieert zijn module systeem met de keywoorden `import()` en `export()`. Bijkomend kunnen ook remote modules (API) opgehaald worden met "load (url, module, error)"

Volgende CommonJS commando's worden gebruikt voor het integreren van de modules:

OPHALEN van functies of module	
<pre>const module = require('module_name');  const moduleFolder = require('module_Folder');</pre>	<p>Returnt het object met de API vd module en beïnvloedt de global namespace niet. Het return resultaat kan een functie zijn, een object, een Array. Een ingeladen module wordt automatisch gecached, de instructies ervan worden zo maar één keer uitgevoerd.</p> <p>Er kan <i>ook een folder</i> opgevraagd worden via require, waarbij node er eerst naar index.js , index.json of package.json zoekt.</p>
<pre>const modulePath = require.resolve('module_name');</pre>	<p>Met resolve wordt de module niet ingeladen, maar wordt <i>het path</i> van de ingeladen module gereturned.</p>

<pre>//kernmodule const r http = require('http'); //eigen module in node_modules let myModule5;  myModule5 = require('my_module_5');</pre>	<p>Inladen van module op basis van zijn <b>module naam</b> Dit kan zowel voor <i>een kern module</i> (= binair beschikbare modules van node) als voor eigen aangemaakte modules die ook in de folder node_modules geplaatst worden..</p>
<pre>//relatief adres via een punt: const myModule = require('..my_modules/my_module'); const myModule2 = require('..lib/my_module_2.js');  //absoluut adres: const myModule3 = require('C:/lib/my_module_3.js'); const myModule4 = require('C:\\lib\\my_module_4');</pre>	<p>Inladen van een module op basis van zijn <b>adres</b>: Externe javascript files (*.js) staan in een één op één relatie met een uitvoerbare module. Classes, objecten, herbruikbare functies plaats je daarom in een externe file. Het adres kan zowel relatief als absoluut zijn. Het suffix ".js" moet niet/mag vermeld worden. Node zoekt default naar .js , .json en .node extensies. Is de module beschikbaar in een andere folder dan is het gebruik van <b>een puntje of twee puntjes een must (!) voor relatieve adressering</b>. Wanneer de module beschikbaar is in de standaard "node_modules" folder moet de folder niet vermeld worden. (= <i>geen puntje = zoek in de folder node_modules</i>) Bij common practice worden de eigen modules dan ook vaak in deze folder geplaatst.</p>
<pre>const myModule = require('./myModuleDir');</pre>	<p>Bij het inladen van <b>een folder</b> wordt naar <i>index.js</i> of naar een <i>package.json</i> gezocht. Binnen het json package wordt naar de eigenschap <i>main</i> gezocht met de naam van de opstart file. Het <u>punt in het path</u> is hier noodzakelijk. Zo weet node dat er niet naar een package moet gezocht worden maar wel naar een map of file.</p>
<p>EXPORTEREN van functies of module</p>	
<pre>module.exports = function() {   /* bvb. constructor functie */   function doeIets(a,b) {     return a*b;   } }  /* Ook een module pattern (IIFE) kan geëxporteerd worden */ const Customer = (function() {   var _login=function(pwd, callback) {};   return {     login: _login } })();</pre>	<p>Een <i>zelf aangemaakte</i> module wordt bruikbaar voor de andere modules binnen het project door deze module te exporteren met module.exports of kortweg exports. Het exporteren doe je op een object (= zijn constructor functie) of op een functie (= is ook een object , kan dus een module patroon zijn). Alleen zaken die met exports aangestuurd worden zijn public beschikbaar. Alle andere variabelen, functies, objecten blijven private binnen de module.</p>

```
module.exports = Customer;

/* of alles als een reeks van
afzonderlijke functies exporteren
*/
module.exports.doeIets =
  function doeIets(a,b, callback) {
    return a*b;
  };
module.exports.login = . . .
```

```
// in config.js
const Config = {
  connection: 'localhost:test'
};
module.exports = Config;

// in app.js en andere modules
const config =
require('./config.js');
console.log(config.connection);
```

Modules vervuilen de scope niet, maar blijven binnen hun eigen (object) context. Wil je een variabele delen over verschillende modules, dan kan je niet anders dan deze variabele in een object te plaatsen en de module telkens opnieuw te “require” in elke module, waar nodig. Een typisch voorbeeld hiervan is *een configuratie file*.

Noot: Soms zijn meerdere keren dezelfde modules nodig over het project. *Het herhalen van require* op een reeds ingeladen module heeft *geen performantie gevolgen*. Natuurlijk kan je om code lijnen te sparen het geheel anders schrijven door modules te bundelen in een overkoepelende module met bvb.als naam common.js:

```
Common = {
  util: require('util'),
  fs: require('fs'),
  path: require('path')
};

module.exports = Common;
```

Oproepen in je applicatie app.js kan nu met één lijn: `var Common = require('./common.js');`

### Oefening: gebruik van een externe module (optioneel)

Maak een console applicatie die gebruik maakt van (een) externe module(s) om een prompt met validatie aan te maken. De prompt vraagt naar een naam en een geboortedatum. Nadien wordt gevraagd een kleur te kiezen.

```
prompt: Voer je naam in: Johan
prompt: Wat is je geboorte datum?: 1990/04/01
error: Invalid input for Wat is je geboorte datum?
error: Verwacht formaat:MM/DD/YYYY
prompt: Wat is je geboorte datum?: 04/01/1990
prompt: Kies een kleur: yellow, white, blue, green, cyan: cyan
```

Bij valid ingave wordt een boodschap getoond met je leeftijd en dit in het gekozen kleur.

```
Welcome Johan
You are 24 years old.
```

## 7.3 Modules en het Module pattern

Het opsplitsen van een groter programma in verschillende herbruikbare modules is zeker niet ongewoon. In node wordt dit nog belangrijker om het overzicht te bewaren. Afsplitsen in herbruikbare modules kan zoals hierboven vermeld met *"require"* en *"exports"* en is een must do. Het is eveneens aangeraden om afgesplitste modules, die als zelfstandige blackboxes fungeren, af te splitsen in een eigen namespace.

Voorbeeld: De node module *fs* is een basis module van node en laat toe een file uit te lezen. Je kan *fs* bijvoorbeeld gebruiken om een eigen module aan te maken (*myReader.js*). Documentatie van de *fs* module vind je terug op <http://nodejs.org/api/fs.html> en niet op npm.

Een module *"myReader.js"* met een *read* methode kan er in zijn eenvoudigste vorm als volgt uit zien, waarbij alleen een synchrone *read* methode publiek bereikbaar is. Bemerk hoe node zijn data retournt via een Buffer object. Dit Buffer object verwerkt de gegevens binair, waardoor veel efficiënter data gelezen wordt in vergelijking met het lezen van strings.:

```
//myReader.js:
fs = require("fs");

const read = function (fileName) {
  //toString() zet de array Buffer met binaire data(!) om naar leesbare tekst
  return fs.readFileSync(fileName).toString();
}

module.exports.read = read;
```

Gebruiken van de module *"myReader"*:

```
myReader = require("myReader");
console.log(myReader.read("testFile.txt"));
```

### Oefening (Herhaling) :

- In bovenstaand voorbeeld wordt gebruik gemaakt van een synchrone *read* methode. Er bestaat een asynchrone tegenhanger ( *fs.readFile*). Maak eerst een kleine toepassing met de module *fs* en zijn asynchrone *read* methode. Vergeet de error behandeling niet.
  - Lees met *fs.readFile( filename, [options], callback)* een willekeurige tekst uit.
  - Zorg dat elke nieuwe lijn in de tekst voorafgegaan wordt door het lijnnummer. Haal daartoe elke lijn van de tekst op met
 

```
let lines = text.split('\n');
lines.forEach(function (line) { ..... })
```
  - Vul de callbackfunctie van *forEach* aan.
  - Toon het resultaat in de console.
- Omdat we het lijn nummeren nog willen hergebruiken als afzonderlijke module splitsen we de code ervoor af in een afzonderlijke module.

- a. Maak een file ( LineNumbering.js) aan voor de gelijknamige module
- b. Maak in de module gebruik van een constructor functie om een object GetText aan te maken :  

```
const GetText = function () { }
```

 Of dit kan ook via: 

```
function GetText() { }
```

Noot: Meestal stelt met de constructor naam gelijk aan de file naam. Het oproepen van de module gebeurt wel via de filename ( Hier: LineNumbering).

- c. Ken een methode "reader()" toe aan GetText via zijn prototype.  

```
GetText.prototype.reader = function (text) {  
  //werk hier het lijn nummeren uit met forEach zoals hierboven in punt 1  
  //return het resultaat  
}
```
  - d. Maak de module beschikbaar voor opvragende applicaties door zijn constructor te exporteren, waardoor ook zijn prototype geëxporteerd wordt:  

```
module.exports = GetText;
```
3. Maak een applicatie (voor het ophalen van jouw file) die gebruik maakt van de module LineNumbering.js
    - a. Haal de module op ( en vergeet het adresserende puntje niet!)  

```
const LineNumbering = require('./LineNumbering');
```
    - b. Maak gebruik van fs.readFile() om een tekst file in te lezen. In de callbackfunctie maak je gebruik van de linenumbering instantie:  

```
let lineNumbering = new LineNumbering ();
```
    - c. De prototype methodes ( zoals reader())zijn nu bruikbaar:  

```
lineNumbering.reader(text)
```
  4. Noot: de module werd aangemaakt op basis van een constructor functie, maar de module kon evengoed aangemaakt worden op basis van een zelfuitvoerende closure.



## 8 Process beheer in een asynchroon programmeer model.

### 8.1 Single threaded javascript

Zoals eerder vermeld zijn Javascript en dus ook Node single threaded. Asynchroon werken op basis van een callback functie verwacht een aanpassing voor vele object geïntendeerde ontwikkelaars. Deze aanpassing manifesteert zich op twee vlakken: bij het *asynchroon programmeren* van non-blocking I/O acties en bij het shedulen van *taken in een bepaalde volgorde*. Enkele voorbeelden:

1. Een blokkerende while in setInterval.

Door het gebruik van verschillende setIntervals na elkaar kan de indruk gewekt worden dat meerdere asynchrone taken gelijktijdig verlopen. De methoden setInterval en setTimeout bestaan immers globaal in node, en kunnen als timers gebruikt worden om functions te shedulen in de tijd.

```
setInterval(function () { console.log("Hello"); }, 0);
setInterval(function () { doeIetsAnders(arg) ; } , 1000);
```

Maar toch blijft dit single threaded. Ook al wordt gebruik gemaakt van een callback functie. Een while binnen de callback functie illustreert dit:

```
setInterval(function () {
    var teller=0;
    console.log("Ik blokkeer de andere setInterval met een endless while(true).");
    while (true) {
        console.log(teller++);
    }
},1000);

setInterval(function () {
    console.log("Komt nooit aan de beurt");
},1000);
```

Dit voorbeeld toont dat setInterval singlethreaded uitgevoerd wordt. De eerste setInterval blokkeert met while de thread en toont dat voorzichtigheid geboden is voor het uitwerken van een non-blocking I/O applicatie. Denk maar aan "while there is a keypres...". Besef dat Javascript niet beschikt over een methode om te returnen uit een niet afgewerkte asynchrone methode.

2. Volgorde waarin processen afgewerkt worden

Dat het geheel met setInterval of setTimeout wel degelijk asynchroon verloopt zien we in volgende voorbeeld doordat de synchrone boodschap "Dit kom eerst" getoond wordt, terwijl niet gewacht wordt op setInterval(). Wanneer setInterval opgeroepen wordt als event wordt het als event in de queue geplaatst. De methode setInterval houdt het programma niet op, maar het programma gaat gewoon verder.

```
setInterval(function () { console.log("Hello"); }, 0);
```

```
console.log("Dit komt eerst op de console");
```

3. Verschil synchroon gedrag / asynchroon gedrag is niet altijd even duidelijk.  
Dat we met een asynchrone functie te maken hebben in node is duidelijk te zien aan de aanwezigheid van een callback functie. Maar in combinatie met cliënt code, die bovendien kan cachen, kan er verwarring ontstaan. Een asynchrone methode kan zich plots synchroon gaan gedragen.  
Voorbeeld hiervan is de jQuery operator "\$". Er wordt gewacht voor uitvoering van \$ tot de DOM geladen is (= asynchroon), maar als de DOM reeds in cache bestond, start de uitvoering onmiddellijk (=synchroon), zonder te wachten op andere functies in je programma.  
*De methoden van node zijn wel duidelijk asynchroon of synchroon.* Het is vaak te zien aan de benaming van de methode. Zo bestaat een synchrone `fs.readFileSync(aFile)` en een asynchrone `fs.readFile(file, function (err, contents) { });`
4. Loops (for, while) die voor verwarring zorgen in combinatie met de event queue.  
Er is slechts één variabele `i` die lokaal binnen de for lus draait. De eventHandler van `setTimeout` wordt ook hier in de queue geplaatst en wordt pas aangesproken wanneer de thread van de incrementerende lus vrijgegeven wordt.  

```
//setTimeout wachtend op de event queue waardoor de console ...
for (var i = 1; i <= 3; i++) {
    setTimeout(function () { console.log(i); }, 0);
};
```

  
De oplossing werd reeds eerder vermeld om met een zelf uitvoerende closures een tweede scope aan te maken voor `setTimeout`.
5. Volgend voorbeeld toont eveneens dat een while loop van 1 seconde niet onderbroken wordt.  

```
let start = new Date;
//setTimeout wacht 1000msec om op de event queue geplaatst te worden
setTimeout(function () {
    let end = new Date;
    console.log('Verlopen tijd:', end - start, 'ms');
}, 500);

while (new Date - start < 1000) { };
```
6. Ajax als asynchrone leerschool.  
Het wordt duidelijk dat éénmaal in Javascript je een I/O asynchroon behandelt, je deze niet kan onderbreken (ook niet voor een error). Dit is één van de key features van node.js: non-blocking I/O. Wachten op een keypress van een gebruiker gebeurt niet met een blokkerende while maar wel door het gebruik van een handler en zijn callback functie. Deze methodiek werd in javascript voor het eerst toegepast bij AJAX calls.  

```
var ajaxRequest = new XMLHttpRequest;
ajaxRequest.open('GET', url);
ajaxRequest.send(null);
ajaxRequest.onreadystatechange = function() {
    // ...
};
```

7. `setInterval` en `setTimeout` zijn van nature uit traag.  
De asynchrone uitvoering van `setInterval` en `setTimeout` zorgen inherent voor een vertraging. De HTML specificatie definieert zelf een *minimum(!)* vertraging van 4msec. Om hieraan tegemoet te komen (= sneller of gecontroleerder een actie aan te spreken) bestaan een aantal mogelijkheden:
  - a. `node.js` laat toe om met het command `process.nextTick()` een functie af te vuren bij de eerstvolgende eventloop.
  - b. De recente browsers voorzien een methode `requestAnimationFrame()`, die vooral handig is om een animatie over een vastgelegde tijd te laten gebeuren. Een animatiecyclus wordt bij default afgesteld op 60Hz. ( 60 frames per seconde)
  - c. Gebruik van een distributed event patroon. Hiermee verwijst men naar het gebruik van eventemitters.
8. Toch kan *ook multithreaded* gewerkt worden in javascript door het gebruik van een `Worker()` object, waardoor de applicatie op multiple cores draait. Node voorziet hiervoor een `fork()` `process()`. ( komt verder aan bod).

## 8.2 Async error handling

### 8.2.1 Try/catch vervangen door ...

`Try/catch` bestaat in javascript en is handig in een synchrone omgeving: je krijgt een foutmelding op de lijn en een stack trace te zien. Maar bij asynchrone werking is `try/catch` zinloos. Een `throw` *binnen* de `callback(!)` wordt uitgevoerd. De controle wordt niet teruggeven naar de oproepende applicatie zodat de `catch` nooit wordt bereikt.

```
try {
  setTimeout(function () {
    throw new Error("Ik ben een 'uncaught' error en stop de applicatie!");
  }, 0);
}
catch (e) {
  console.error("Deze catch werkt alleen in synchrone omstandigheden:" + e);
}
```

Hoe de API er ook uit ziet, *asynchrone errors kunnen alleen behandeld worden vanuit de callback functie*. Hoe kan je dan de fout opvangen zonder dat de applicatie afsluit?

De eerste versies van node hadden een eventhandler `process.on("uncaughtException", function(error, data) {})`.

Deze handler werd vanaf versie 0.8 vervangen door "domains". Binnen een domein worden errors via event emitters vrijgegeven. Door het gebruik van een domain worden alle fouten, timers, callback methoden impliciet *enkel en alleen geregistreerd binnen het domein*. Bij een fout wordt een on "error" event uitgestuurd en crasht de applicatie niet.

Om de fout weer te geven wordt naar dit distributed "error" event geluisterd.

Verschillende domeinen kunnen bovendien gescheiden naast elkaar bestaan waardoor geen collision problemen optreden. In volgend voorbeeld is de fout expliciet gebeurd op een timer in domain d2. Het gebruik van domeinen bracht echter nieuwe problemen mee onder de vorm van memory leaks. Meer info: <http://nodejs.org/api/domain.html>

De memory leaks zorgden ervoor dat domains “deprecated” werden.

**Stability: 0 - Deprecated**

This module is pending deprecation. Once a replacement API has been finalized, this module will be fully deprecated. Most end users should **not** have cause to use this module. Users who absolutely must have the functionality that domains provide may rely on it for the time being but should expect to have to migrate to a different solution in the future.

Momenteel wordt nog aan een vernieuwde implementatie van domeinen gewerkt. Intussen wordt aanbevolen om vooral gebruik te maken van het first “error” argument in de callbackfuncties).

Voor de volledigheid vind je hier toch een voorbeeld van domeinen zoals ze soms toch gebruikt worden ondanks de “deprecated” warning:

```
var domain = require("domain");
var d1 = domain.create();
var d2 = domain.create();

//run laat toe een functie toe te kennen aan het domein
d1.run(function () {
    //add laat toe een emitter, callback of timer toe te voegen
    d2.add(setTimeout(function () {
        throw new Error("error op de timer van domain 2");
    },0));
});

//handlers voor een abstracte foutbehandeling zonder applicatie crash
d1.on("error", function (error) {
    console.log("fout in domain1: " + error);
});
d2.on("error", function (error) {
    console.log("fout in domain2: " + error); //foutmelding door d2.add
});
```

## 8.2.2 Error argument in callback functies

Het “throwen van algemene exceptions” is op zich niet de beste manier om fouten te onderscheppen. Je kan dit gebruiken gedurende het ontwikkelproces om het oplossen van een (moeilijke) fout uit te stellen maar een throw onderbreekt het verder verloop van de applicatie en kan je niet gebruiken in een productie omgeving.

In een productie omgeving is het niet aangeraden om de volledige applicatie te stoppen en bvb. alle connecties op te geven zonder de gebruiker een nieuwe kans te geven. Gezien domeinen nog niet afgewerkt zijn, blijft het aanbevolen om in deze gevallen om de fout af te handelen *via het error argument in de callback functie*. Via een if error functie kan je de fout afhandelen door een boodschap te bezorgen aan de gebruiker, door een tweede request te lanceren enz...Daarom voorzien de meeste functies van node *inherent als eerste argument een “error” en als laatste argument “de callback functie”*.

**Toch een safe throw met domains gebruiken:**

Wil je toch de fout throwen zonder de applicatie af te breken en gebruik maken van domains, dan kan je het error argument binden aan een specifiek domain. Dit gebeurt door de callback functie toe te kennen aan het domain met de methode bind(). Vergeet dan niet om het domein op te ruimen met een dispose om mem.leaks te minimaliseren!

```
var fs = require("fs");
var d1 = require("domain").create();

//fs.readFile(filename, [options], callback)
fs.readFile("onbestaand.docx", null, d1.bind(
  function (error, data) {
    if (error) {
      console.log("Gelieve opnieuw te proberen.");
      throw (error);
    } else {
      console.log("File wordt gelezen:" + data);
    }
    //dispose verwijdert het domein en kuist alle I/O data op voor het verhinderen
    // van mem.leaks.
    d1.dispose();
  }
));

d1.on("error", function (error) {
  console.log("Er gebeurde een fout in domain d1", error);
});
```

## Error handling in de callback

Ref: <https://nodejs.org/dist/latest-v6.x/docs/api/errors.html>

Voor Error handling in node blijven we aangewezen op de error callback style. Documentatie over error handling komt aansluitend met verschillende aanbevelingen:

- Maak gebruik van het **ingebouwde javascript Error object**. (voorbeeld hier) Het Error object biedt met een Error Stack en verschillende type errors (System, Range ..) meer mogelijkheden dan enkel een foutboodschap als string.  
`new Error([message[, fileName[, lineNumber]]])`
- Voeg best ook een **timestamp** toe voor productie fouten:  
`cb(new Error("Een fout deed zich voor op " + (new Date()).toLocaleTimeString()))`
- De error zelf wordt meestal niet afgehandeld in de uitgevoerde callback maar wordt met de callback teruggegeven aan de caller. De caller beslist tenslotte wat met de fout te doen. De caller zelf kan de fout ook verder propageren, tenzij hij zelf een gekende fout wil verwerken. De callback functie benoemt men soms als "next" om te verwijzen naar de propagatie:  

```
var doSomething = function (x,y,next) {
  if (err) {
    // gekende fout verwerken
    if (err.NotFound) {
      return new Error('File Does not Exist');
    }
    // niet gekende fout teruggeven via een callback
    next(err);
  }
}
```

```

    } else {
      //verwerking zonder fouten
      next(null,result);
    }
  }
}

```

- Weet je niet waar een fout zich in de module kan voordoen, gebruik dan een **event listener**. Een algemene listener vangt sowieso de fout op. Dit laat bovendien toe om foutlogica te centraliseren in één specifieke module of object. Je kan in deze centrale module kiezen de fout te loggen, te mailen ...

```

const myEmitter = new MyEmitter();
myEmitter.emit('error', new Error('Foutje!'));

```

- Maak je toch gebruik van een centrale module voor foutafhandeling, dan kan eventueel een try catch daarin gebruikt worden. Je werkt dan wel synchroon, maar verhindert mem leaks in de laatste stap. Het blijft echter gissen in welke status de applicatie achterblijft, zodat je dit best niet doet voor alle type fouten.
- Het gebruik van de handler: `process.on('uncaughtException', (err) => {})`. De handler vangt alle fouten geschreven via `process.stderr()` op en laat de asynchrone functies verder runnen. Info: [https://nodejs.org/api/process.html#process\\_event\\_uncaughtexception](https://nodejs.org/api/process.html#process_event_uncaughtexception)
- Maak gebruik van **promises (!)** die try/catch nabootsen in een asynchrone context. De fouten worden bij een promise gepropageerd naar een catch (komt verder aan bod).

```

Q.fcall(promiseFunction1)
  .then(promiseFunction2)
  .then(promiseFunction3)
  .catch(function (error) {
    // behandelt alle fouten van bovenstaande promiseFunctions
  })
  .done();

```

- Maak gebruik van **specifieke libraries**, die error logging uitwerken zoals winston (<https://github.com/winstonjs/winston>). Door het kiezen van een logging level kunnen bepaalde fouten al dan niet worden weergegeven. Fouten kunnen enkel in de console komen of kunnen gelogged worden in een file of je maakt dagelijks een nieuwe error file in GitHub. (voorbeeld hier)

```

const winston = require('winston')

```

- Maak gebruik van libraries; die jouw applicatie **bij crash herstarten** zoals bvb. forever. Dit kan handig zijn gedurende ontwikkeling maar ook in productie om je server bij een fout automatisch opnieuw op te starten. Hoeveel keer je automatisch wil heropstarten kan je installen met de opties. Beperk in een productie omgeving het aantal auto-restarts en log de errors.

```

> npm install forever -g
> forever start yourScript.js //start de daemon
> forever yourScript.js //runt het script forever (ingestelde opties)
> forever stop yourScript.js //stopt de daemon

```

## 8.3 Callback Hell = Pyramid of Doom = the Boomerang effect

Het wordt stilaan duidelijk dat een asynchroon programmeer model opgebouwd wordt door een keten van geneste callback functies. Dit kan het geheel onleesbaar maken. Het kan lastig worden

om je weg te vinden in een reeks callback functies. Bovendien is het niet altijd even duidelijk welke callback eerst zijn taak zal beëindigen. Men spreekt over de callback hell (ook pyramid of doom of boomerang effect genoemd).

Een filereader voorbeeld met drie geneste callback functies illustreert de driehoekige pyramide stijl:

```
const fs = require("fs");
let fileName = __dirname + '/MyTextFile.txt';

fs.exists(fileName, function (exists) {
  //callback 1: bestaat de file
  if (exists) {
    fs.stat(fileName, function (error, stats) {
      //callback 2: haal statistische data vd file op (is het een file?)
      if (error) { throw error };
      if (stats.isFile()) {
        fs.readFile(fileName, null, function (error, data) {
          //callback 3: lees binair indien stats een file aanduidt
          if (error) { throw error };
          console.log(data);
        });
      }
    });
  }
});
```

Hoe kan je het geheel dan leesbaar houden?

Er wordt aangeraden om maximaal een tweetal callback functies te nesten voor leesbaarheid. De overige callback functies kunnen benoemd worden of er kan gebruik gemaakt worden van distributed events.

### 8.3.1 Benoemen van callback functies

Door elke callbackfuncties te benoemen wordt het geheel overzichtelijker. Benoemde functies zorgen tijdens het debuggen voor een duidelijker stack trace ( console.trace()):

```
fs.exists(fileName, cbExists)

//callback 1
function cbExists(exists) {
  if (exists) {
    fs.stat(fileName, cbStat)
  }
}
```

#### Oefening:

Verder uitbouwen van de benoemde callback functies op het fileReader voorbeeld, inclusief error handling.

### 8.3.2 Distributed events

#### Behavior driven patronen

Er zijn een verschillende event driven (= behavior driven) patronen, die vaak ook door elkaar gebruikt worden. Een status verandering bij een object (of **event emitter**) zorgt dat één of meerdere ontvangers (**event consumers**) op de hoogte gebracht worden via een **event channel**. Het event channel kan op verschillende manieren gerealiseerd worden van point-to-point tot message oriented over een queue. Verschillende patronen zijn mogelijk.

Bij een "Command pattern" wordt behavior driven gerealiseerd door een relatief harde koppeling tussen subject en ontvanger. Maar bij grotere en zeker distributed applicaties wil je meer loosely coupled programmeren om het overzicht te bewaren en geen data te verliezen. Dit kan perfect event driven waarbij je naargelang het patroon al dan niet meer voor minder "tight coupling" kiest. Enkele voorbeelden:

- Observer patroon: waarbij het subject *al* zijn listeners informeert bij een status verandering. Subject en ontvanger kennen elkaar, wat nog een *relatief tight* coupling inhoudt.
- In het klassiek Event-model patroon (zoals in javascript, .Net) wordt het observer patroon uitgebreid, waarbij het subject meerdere status wijzigingen aanbiedt (meestal voorgeprogrammeerde zoals click, double click.). Het is *de ontvanger die kiest* op welk event hij wil reageren. Verschillende subjects kunnen hetzelfde event uitsturen, maar het subject hoeft zijn ontvangers niet meer te kennen (*less tight* coupling). Om zelf een ontvanger/receiver aan te maken kan dit in node kan dit met het "EventEmitter" package.
- Pubsub patroon (of "publish/subscribe") is een doorgedreven event-model gebaseerd op het sturen van "*messages*". Ook hier kent de emitter zijn consumers niet en hoeft hij ook niet te weten of events geconsumeerd worden. Maar je stapt nog verder af van tight coupling door tussen het subject en ontvangers *een extra object* aan te brengen. Deze laatste regelt (meestal in cache) al het verkeer van subjects naar ontvangers, ook over verschillende instanties of verschillende servers. De ontvanger kan zich zo op verschillende locaties bevinden en hoeft maar te luisteren naar een "*message*". *In node zelf is een volwaardig tussenliggende pubsub interface niet geïmplementeerd*. Je kan hiervoor wel beroep doen op extra packages zoals pubsub voor mongoDB of Redis. Dergelijke packages maken ook wel gebruik van het "EventEmitter" object. Dit komt verder nog aan bod.

## Distributed events met "EventEmitter"

In node worden distributed events geïmplementeerd met een EventEmitter package. De EventEmitter van node werd reeds gebruikt en toegelicht om complexe en uitgebreide eventhandlers te vermijden. Ter herinnering: je kan een instantie gebruiken van een EventEmitter of je kan een object zelf emitter maken door te erven van EventEmitter.

## Oefening (optioneel-herhaling): Een object als EventEmitter gebruiken

Maak een publiciteits Ticker, die met een interval van 5 seconden een publiciteits boodschap uitstuurt naar ingeschreven ontvangers. Maak eens gebruik van het module pattern (IIFE). Het runnen van de Ticker gebeurt als volgt:

```
Ticker.on("publicity", function (message) {
  console.log("publicity received" , message);
});
```

```
Ticker.showTicks(interval, arr);
```



Naast het gebruik van EventEmitters voor even handling kunnen EventEmitters handig ingezet worden om de callbackhell te vermijden. Een eventemitter roept de volgende callbackfunctie op.

```
const EventEmitter = require("events").EventEmitter;
let emitter = new EventEmitter();

setTimeout(function () {
    emitter.emit("cb1", null, "result")
}, 1000)

emitter.on("cb1", function (err, result) {
    if (err) {
        emitter.emit("onError", new Error(err))
    } else {
        setTimeout(function () { emitter.emit("cb2", null, result) }, 1000);
    }
});

emitter.on("onError", function (err) { console.log(err) });
```

Dit kan ook toegepast worden op een bestaand node object (bvb. FileReader), waarbij je het object zelf een emit laat doe die een volgende callback oproept.

### Oefening: callbackhell vermijden met EventEmitter

Gebruik een EventEmitter om in het voorbeeld met de filereader de callback hell te vermijden.

Tips om dit uit te werken:

1. Importeer (require) "EventEmitter", en "fs"
2. Maak een constructor "FileReader" en zorg dat deze erft van EventEmitter;
3. Roep in FileReader de methode fs.exists op. .
4. Binnen de methode exists wordt, indien de file bestaat, een event uitgestuurd naar de volgende callback: de stats methode.
 

```
fs.exists (this.url, function (exists) {
                if (exists) { self.emit("stats") };
            });
```
5. Werk het stats event uit.
 

```
self.on("stats", function () { fs.stat(... )});
```
6. Roep vanuit de stats handler de derde callback "read" op als een event en lees hierbij de file uit.
 

```
self.on("read", function () { fs.readFile(... )});
```
7. Test het object FileReader()
 

```
let fileReader = new FileReader(__dirname + '/MyTextFile.txt');
```

## 9 Flow control en sheduled processen

### 9.1 Sheduling node processen

Tot nu toe werden hoofdzakelijk enkelvoudige of alleenstaande asynchrone taken behandeld. Maar het kan ook nodig zijn om meerdere asynchrone taken in een bepaalde volgorde te gaan uitvoeren.

Het shedulen van taken dringt zich op en kan bijvoorbeeld nodig zijn voor het uitstellen van remote data synchronisaties, voor het regelmatig opkuisen na een bepaalde tijd van cached data, voor het vrijgeven van connecties of voor het tijdelijk behouden van sessions en polling processen. Herinner hierbij dat een process-intensieve callback, de event loop in grote mate kan opeisen.

De basis sheduling methoden zijn gekend vanuit browser Javascript en gebruiken we reeds:

- `setInterval/clearInterval` voor het periodiek uitvoeren van processen
- `setTimeout()/clearTimeout()` om de uitvoer van een proces uit te stellen of te plannen in de toekomst.

#### Periodiek proces stilleggen in de toekomst

Een interval proces stilleggen na bijvoorbeeld 5 seconden kan als volgt. Het interval proces zelf wordt hiervoor in een variabele geplaatst en gecleard:

```
var interval = setInterval(function message() {
    console.log("timed out na 5 sec!"); },
    1000);

setTimeout(function B() {
    clearInterval(interval); },
    5000);
```

#### Een lang durende process tijdelijk onderbreken:

Een lang durend process kan de event loop onderbreken. Maar wat als dat proces toch moet uitgevoerd worden (bvb. Éénmalig) en men toch niet de andere processen wil laten wachten. Soms onderbreekt men met `setTimeout` het langdurende process voor een tijdje na een willekeurig aantal iteraties (num). Door `setTimeout` wordt het process opnieuw in de queue geplaatst.

```
function longProcess(operation, num) {
    if (num <= 0) return
    operation()
    //onderbreek hier tijdelijk na bvb 10 iteraties
    if (num % 10 === 0) {
        //opnieuw (achteraan) in de queue
        setTimeout(function () {
            longProcess(operation, --num)
        }, 1000)
    } else {
        //staat niet op de eventloop:
        longProcess(operation, --num)
    }
}
```

#### Bruikbare sheduling commands

Command	Beschrijving
<pre>setTimeout( callback ,0) setTimeout( callback )</pre>	<p>Door <code>setTimeout</code> komt de callback in een scheduling queue. De 0 of niets duidt aan in javascript dat het event zo snel mogelijk moet worden uitgevoerd. Dit is onmiddellijk nadat alle lopende events uitgevoerd zijn.</p> <p>Dit kan handig zijn om bvb. verschillende animaties na elkaar in queue uit te voeren.</p>
<pre>process.nextTick(callback)</pre>	<p>“process” is het meest global object in node. Een tick verwijst naar de eventcyclus. Door <code>nextTick</code> (= de volgende event cyclus) wordt de callback direct na het processen van de lopende events uitgevoerd. Dit is <u>sneller dan de activatie van de scheduling queue bij <code>setTimeout</code> met een minimale delay 0.</u></p>
<pre>stream.on("data", function(data) {   stream.end("einde boodschap");   process.nextTick(function() {     /* hier uitgestelde taak */   }); });</pre>	<p>Door <code>nextTick</code> te gebruiken in de callback kan je een niet cruciale taak ook uitstellen tot later (= tot een volgende event cyclus).</p> <p>Het gebruik van <code>nextTick</code> is ook een oplossing wanneer te snel verschillende async taken na elkaar opgeroepen worden en je een “stack size exceeded” error krijgt.</p>
<pre>(function schedule() {   setTimeout(function do_it() {     my_necessary_process(function() {       console.log('process done!');       schedule();     });   },   1000); })();</pre>	<p><code>setInterval</code> en <code>setTimeout</code> houden geen rekening met een vertraagde uitvoering van een proces. Dit kan resulteren in een collision tussen de verschillende opeenvolgende processen. Wil je zeker zijn dat elk proces “volledig” uitgevoerd wordt, roep dan recursief het proces op. Of gebruik een self-executing functie die zichzelf oproept, na de tijd nodig voor het proces, die je dan wel moet inschatten (bvb.1000msec).</p>

Het gebruik van `process.nextTick` vraagt enige aandacht:

- Blijf consistent werken en zorg dat asynchrone werking niet gemengd wordt met synchrone werking. Synchrone taken worden steeds onmiddellijk uitgevoerd. Alle processen binnen eenzelfde functie uitvoeren op de `nextTick` is het eenvoudigste om te volgen.
- Bijkomende tip: “Return” een `process.nextTick()` om zeker te zijn dat in een callback slechts één tick uitgevoerd wordt. Door de return ben je weg uit de callback functie. Zonder de return worden in volgend voorbeeld beide `process.nextTick()` uitgevoerd bij een negatief getal:

Niet consistent gebruik van nextTick	Beter (volledig asynchroon)
<pre>function isNegative(n, callback) {   if (n &lt; 0) {     process.nextTick(       function () {         callback(true); //asynchroon       });   }   //NOK : synchroon - eerst uitgevoerd   callback(false); }</pre>	<pre>function isNegative(n, callback) {   if (n &lt; 0) {     <u>return</u> process.nextTick(       function () {         callback(true); //asynchroon       });   }   //OK: asynchroon   <u>return</u> process.nextTick(function () {     callback(false); //asynchroon   }); }</pre>

## 9.2 Externe processen beheren

Een taak die veel processing power vraagt van de CPU of een langdurige callback functie kan de volledige event-loop blokkeren. In dat geval is het aangewezen de zware taak naar een child process over te brengen. Dit child process staat onder controle van de parent, die het proces lanceerde. De event loop staat er los van. Het child process staat via een tweeweg communicatie in verbinding met de parent. De parent kan het child deels controleren, of het child zal bij voltooiën van de taak het resultaat aan de parent bezorgen. Dit process kan een extern process *buiten node* zijn (C++ , unix command., externe \*.exe ....) . Na afloop wordt het resultaat aan node bezorgd.

### Uitvoeren van externe commands met child\_process.exec

Om een relatief zwaar, extern commando of een executable te runnen, wordt het extern proces gestart met de exec methode. In de callback functie van exec. wordt het resultaat tijdelijk *gebuffered* ( en dus niet gestreamd):

Referentie: child\_process.exec(command[, options], callback)

```
var child_process = require('child_process');
var exec = child_process.exec;

// exec(command, callback) zorgt voor uitvoer van een command
//bvb. command 'doeIets' uit het child process
// de prefix std verwijst naar data return via een Buffer
exec('doeIets', function(err, stdout, stderr) {
  if (err) {
    console.log('child process gestopt met error code', err.code);
    return;
  }
  console.log(stdout); // output van het childprocess wordt gebufferd in stdout
});
```

Er kunnen nog extra opties meegegeven worden. Typisch worden deze extra's als een javascript object aangeboden. Klassiek komt ook hier de error als eerste en de callbackfunctie als laatste argument.

```
var options = {
```

```

        timeout: 1000,
        encoding: ascii
    }
    exec('doeIets', options, function(err, stdout, stderr){ } )

```

## Tweeweg communicatie met het child proces via child\_process.spawn

Het exec command heeft enkele nadelen: er kan niet gecommuniceerd worden met een child process en de output van het child process wordt niet gestreamed maar volledig in een buffer opgeslagen, wat geheugen vraagt. Deze nadelen worden opgelost door het spawn process te gebruiken dat twee weg communicatie toelaat. Via input- en output streams is interactie mogelijk tussen hoofd- en child-process. De interactie is gebaseerd op EVENTEMITTERS (en dus GEEN CALLBACKS) en kan aangevuld worden met standaard commands om bijvoorbeeld het child process te stoppen(kill).

In de achtergrond kan tussen hoofdprocess en childprocess gecommuniceerd worden met voorgedefinieerde signalen ("signals" genaamd). Zo wordt een bijvoorbeeld een signaal SIGKILL uitgestuurd wanneer een child.kill() uitgevoerd wordt. Sommige signalen kunnen door het child behandeld worden, andere signalen zijn alleen te verwerken door een specifiek operating systeem (linux).

Referentie: child\_process.spawn(command[, args][, options])

```

var spawn = require('child_process').spawn;
//vergeet de [ ] (een array) niet -> unshift error
var child = spawn('myCommand', ['args'], ['options']);

//listener om data/error te ontvangen van child process
child.stdout.on('data', function(data) {
    console.log('myCommand output: ' + data);
});
child.stderr.on('data', function(data) {
    console.log('tail error output:', data);
})

//data versturen naar het child
child.stdin.write (" een boodschap van de parent voor het child");

```

Meer info over zowel exec als spawn is te vinden op [http://nodejs.org/api/child\\_process.html](http://nodejs.org/api/child_process.html)

### Voorbeeld:

1. Maak een javascript file aan met naam increment.js. Deze file accepteert een getal vanuit de console via stdin:  

```
process.stdin.on ("data", function (data) {    });
```
2. Controleer de ontvangen data of het wel degelijk om een getal gaat (validatie!)  

```
number = parseInt(data);
```
3. Verhoog het getal met één en schrijf het uit in de console  

```
process.stdout.write()
```
4. De file increment.js wordt ons child process. Roep dit child process op met een spawn. Om de javascript file uit te voeren maken we gebruik van het "node" process:

```
var spawn = require ('child_process').spawn ;
var child = spawn('node', ['increment.js'] ) // de javascript file als arg);
```

5. Roep om de seconde "child" op waarbij je een random getal doorgeeft aan increment.js met `child.stdin.write(Math.floor(Math.random() * 1000));`
6. Schrijf het ontvangen getal van child naar de output met een callback functie:  
`child.stdout.on ('data', function(data) { })`
7. Sluit na 10 seconden het volledige process af. Hierbij breek je het child process af met `child.kill();`
8. De methode kill zorgt eveneens dat het child een "signal" uitstuurt. Visualiseer dit signaal in de console.  
`child.on('exit', function(exitcode, signal) { })`

## 9.3 De volgorde van callback taken beïnvloeden(flow control)

Om een correcte program flow te bekomen, moet elke callback functie de volgende functie of zijn parallelle callback functies kennen. Bij foutieve volgorde kunnen scope problemen ontstaan, waarbij variabelen nog niet gedefinieerd zijn. De duurtijd van een callback kan trouwens onderhevig zijn aan variaties in tijd. Combineer dit met geneste callbacks en het wordt snel onhandelbaar.

Daarnaast beschikt elke callback over een error controle (if (error)). Dit betekent repetitieve code binnen elke callback. Het geheel kan zo weer heel complex ogen. Het kan eenvoudiger. Ofwel bouw je zelf een generisch flow control systeem, dat bijhoudt wat de volgende callback is en deze oproept. Ofwel wordt gebruik gemaakt van externe modules zoals

- **Async.js** (<https://github.com/caolan/async>) van McMahon. Merk dat Async.js één van de meest gebruikte node modules is, die toelaat de samenloop of volgorde van callbackfuncties te beïnvloeden.
- **Step.js** (<https://github.com/creationix/step>) van Caswell
- **Asynquence.js** (<https://github.com/getify/asynquence>) maakt gebruik van promises wat het geheel nog leesbaarder kan maken.

### 9.3.1 Generisch flow control systeem

Van een generisch flow control systeem verwachten we verschillende zaken:

- een manier om de volgorde van de callbackfuncties te bepalen,
- een manier om de resultaten van elke callbackfunctie bij te houden voor verdere processing,
- een manier om samenloop van het aantal callbackfuncties te beheren om voldoende systeem resources te behouden.
- een manier om te bepalen dat alle callbacks afgehandeld zijn.

Om dit uit te werken kan je bvb. een functie cascade aanmaken met als arg een array waarin alle callback functies terecht komen in de juiste volgorde:

```
cascade ([ function doeCallback1() { }, function doeCallback2() { }, .... ]).
```

Eén voor één kunnen de argumenten van de cascade functie opgehaald worden. De `Array.prototype.shift()` methode biedt deze mogelijkheid. Shift haalt één voor één de items op en verwijdert deze uit de Array. Een "return" brengt het programma terug naar de eventloop na het beëindigen van een taak.

Een voorbeeld:

```
//asynchroon uit te voeren taak (return getal * 10 na 1 sec)
function asyncTask(input, callback) {
  //na één second wordt het resultaat aan de callback bezorgd
  console.log('doe iets met \'' + input + '\'' en kom terug (timeout) na 1 sec');
  setTimeout(function () { callback(input * 10); }, 1000);
}
//finale taak: toon resultaat van alle taken:
function final() { console.log('Finale output:', output); }

//Test data: Haal de cijfers serieel of parallel op om met 10 te vermenigvuldigen.
//Na uitvoer worden de getallen (de taak) verwijderd.
var inputs = [1, 2, 3, 4, 5];
var output = [];
```

SERIES UITVOER (async na elkaar)	PARALLELE UITVOER (= real async)
<pre>function series(item) {   if (item) {     asyncTask(item, function (result) {       //resultaat bijhouden       output.push(result);       // eerste item verwijderen       return series(inputs.shift());     });   } else {     return finalTask();   } } //returnt en verwijdert eerste element. series(inputs.shift());</pre>	<pre>inputs.forEach(function (item) {   asyncTask(item, function (result) {     output.push(result);     if (output.length ===       inputs.length) {       finalTask();     }   }) });</pre>
Trager maar volgorde van async taken is gegarandeerd.	Sneller maar zonder garantie van volgorde.

## Oefening

1. In het Loader object zorgen we met `Math.random()` voor een variërende delay om de users op te halen. De snelste oplading komt eerst in een zuivere async omgeving:

```
fout emitted in loader: ERROR in loadArrayAsync
Nieuwe user: P6 is loaded na 29 msec.
Nieuwe user: P4 is loaded na 152 msec.
Nieuwe user: P7 is loaded na 339 msec.
Nieuwe user: P3 is loaded na 368 msec.
Nieuwe user: P8 is loaded na 556 msec.
Nieuwe user: P9 is loaded na 620 msec.
Nieuwe user: P2 is loaded na 733 msec.
Nieuwe user: P1 is loaded na 820 msec.
ctor tijd bedraagt: 842
```

- Door het gebruik van shift kunnen de taken in volgorde ( maar nog altijd asynchroon opgehaald worden). De oorspronkelijke volgordevan ophalen wordt behouden. Het error wordt onmiddellijk teruggegeven.

```
Error emitted door loader: ERROR
Output array - seriële loader: in 4090 msec.:
[ 'P1 is loaded in 188msec.',
  'P2 is loaded in 462msec.',
  'P3 is loaded in 759msec.',
  'P4 is loaded in 649msec.',
  'P6 is loaded in 114msec.',
  'P7 is loaded in 591msec.',
  'P8 is loaded in 351msec.',
  'P9 is loaded in 909msec.' ]
```

- Zorg tot slot dat beide taken na elkaar uitgevoerd worden in eenzelfde programma.

```
Error emitted door loader: ERROR
Nieuwe user: P2 is loaded in 58msec.
Nieuwe user: P9 is loaded in 375msec.
Nieuwe user: P1 is loaded in 439msec.
Nieuwe user: P7 is loaded in 605msec.
Nieuwe user: P6 is loaded in 649msec.
Nieuwe user: P4 is loaded in 798msec.
Nieuwe user: P3 is loaded in 863msec.
Nieuwe user: P8 is loaded in 850msec.
Async tijd bedraagt: 892 msec.
-----
Error emitted door loader: ERROR
Output array - seriële loader: in 4437 msec.:
[ 'P1 is loaded in 505msec.',
  'P2 is loaded in 769msec.',
  'P3 is loaded in 10msec.',
  'P4 is loaded in 238msec.',
  'P6 is loaded in 886msec.',
  'P7 is loaded in 224msec.',
  'P8 is loaded in 173msec.',
  'P9 is loaded in 654msec.' ]
```

Variaties van beide methodiekien (series / parallel), zijn zeker niet onbedenklijk:

- Het aantal parallele taken begrenzen op basis van een teller. Slechts een beperkt aantal taken worden parallel uitgevoerd.
- In plaats van inputs (variabelen) kunnen een reeks callbackfuncties aangebracht worden.
- Error controle (error first formaat) mag niet vergeten worden.

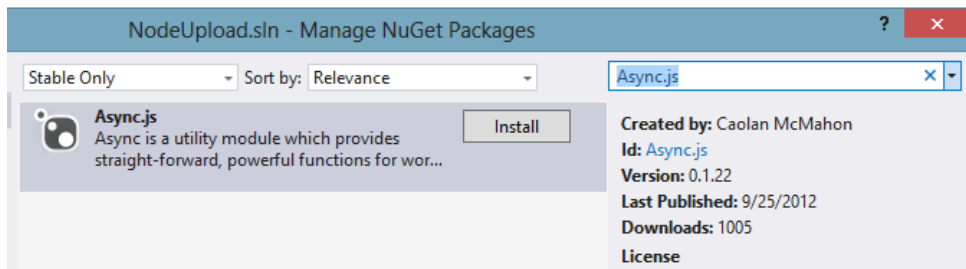
Het is echter onnodig dit allemaal zelf in code aan te maken, gezien dit uitgewerkt is in de npm module "Async.js" met extra mogelijkheden.

### 9.3.2 Async.js

Vooraf dien je de library te installeren ( npm install async) en op te halen in je module ( var async = require("async") ).

Referentie: <https://github.com/caolan/async>





Daarna zijn een twintigtal uitvoeringsmogelijkheden beschikbaar om de flow te beïnvloeden. Er wordt van deze mogelijkheden verder in de cursus gebruik gemaakt. De methodes van async bevatten twee argumenten. Een eerste argument "tasks" bevat een Array of een object van de uit te voeren functies, die elk een callback argument bevatten. Het tweede argument is de finale callback functie, die uitgevoerd wordt na de voltooiing van de series van functies of die bij een error opgeroepen wordt. Bij een fout worden alle nog niet uitgevoerde callback functies kortgesloten en wordt onmiddellijk de final callback opgeroepen. Met deze finalcallback functie wordt zo veel repetitieve code verhinderd (vb. error handling).

De meest gebruikte mogelijkheden:

async.series(tasks, [finalCallback])	De tasks worden na elkaar uitgevoerd <u>in de volgorde</u> van de tasks array/tasks object. De taken wachten op elkaar om uiteindelijk de final callback uit te voeren.
async.parallel(tasks, [finalCallback])	De tasks worden uitgevoerd in volgorde van de task array, <u>zonder dat gewacht wordt op de voltooiing</u> van een andere taak. Na voltooiën van alle taken wordt final callback uitgevoerd.
async.waterfall(tasks, [finalCallback])	Het resultaat van een callback functie wordt via zijn argumenten <u>doorgegeven</u> naar de volgende callback functie.
async.queue(worker(task, finalCallback), concurrency)	Aan een worker object wordt een task en callback toegekend. De <u>workers komen in een queue</u> . Het aantal workers dat parallel verwerkt wordt, is bepaald door het concurrency getal.

Voorbeelden zijn te vinden op GitHub: <https://github.com/caolan/async>

## Oefening

Gebruik de async library om stap 3 van vorige oefening uit te voeren.

### 9.3.3 Het gebruik van promises

Het is duidelijk dat node js steunt op asynchroon werken en asynchroon ophalen van data. Binnen de workflow van asynchrone taken past het dan ook om javascript promises aan te brengen. Promises zorgen dat de flow en de volgorde van async callbacks leesbaar wordt samen met fout behandeling.

De techniek is niet alleen bruikbaar op de server, maar zorgt evengoed voor een betere leesbaarheid van asynchrone functies bij de browsers. (jQuery gebruikt promises sedert v1.5).

Info: <http://www.html5rocks.com/en/tutorials/es6/promises/>  
<https://strongloop.com/strongblog/promises-in-node-js-with-q-an-alternative-to-callbacks/>  
[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global\\_Objects/Promise](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Promise)

#### 1.1.1.3 Wat is een promise?

Promises bevinden zich in 4 mogelijke statii:

- Een succesvol of positief resultaat, waarbij data kan teruggegeven worden aan de aanroepende functie. (promise is fulfilled)
- Een failure of negatief resultaat, waarbij een error optreedt en de foutmelding wordt teruggegeven. (promise is rejected)
- De promise is in wachtstatus, voordat de callback wordt uitgevoerd. (promise is pending)
- De promise is volledig afgewerkt (promise is settled / done)

Dit betekent dat een promise enkel kan slagen of falen bij het uitvoeren van zijn asynchrone taak. Bijkomend (en verschillend ten opzichte van event listeners) kan een promise maar één keer slagen of één keer falen: `var promise = doSomethingAsync();` De promise behoudt ook zijn status. Eénmaal resolved behoudt de promise deze status. We krijgen een immutable promise = status kan niet meer gewijzigd worden door third parties.

Een object dat gebruik maakt van promises (lees: dat een promise kan teruggeven) wordt ook "thenable" genoemd. Soms noemt men een dergelijk object ook een "deferred" object. Een "then" wordt in code aangebracht om na een *succesvolle* of *falende* actie over te gaan naar een volgende actie van de promise. Slechts één van beide (succes OF falen) wordt geactiveerd:

```
promise.then(onFulfilled, onRejected).
```

Bijgevolg retournt een promise zelf geen data maar kunnen we bekijken als *een wrapper of functie die het resultaat van een asynchrone taak retournt*.

#### 1.1.1.4 Waarom een promise gebruiken?

De async syntax wordt vooreerst veel eenvoudiger bij gebruik van een promise. Denk hierbij niet alleen aan callbacks die goed aflopen, maar ook aan de behandeling van fouten op elk niveau in de asynchrone keten, kan lastig lezen en schrijven. De volledige if structuur voor foutcontrole wordt vervangen bij een promise door een then met twee callbacks:

```
//traditionele callback syntax
fs.readFile(fileName, null, function(err,data) {
    if (err) {return console.error(err)}
    else { console.log (data)}
});
```

//vernieuwde en eenvoudiger promise syntax, wel met de errorHandler als tweede(!) argument.

```
var promise = fsPromise.readFile(fileName); //promisified fs API
promise.then(console.log (data), console.error(err))
```

De “then” betekent een oplossing voor de onleesbaarheid door de “Pyramid of Doom” bij het uitvoeren van een workflow met meerdere of geneste callbacks. Pseudo code voor een reeks van async acties bij het lezen van een file zou er ongeveer zo uit zien:

```
var filedata = fsPromise.exists(fname)    //handler1: bestaat de file?
    .then(fsPromise.stat(fname))           //handler2: file en file extensie OK?
    .then(fsPromise.readFile(fname) {     //handler3: resultaat van stap2, lees file
        console.log(data);
    })
    .catch (function (error) {
        //één(!) catch handler behandelt elke fout van de bovenstaande callbacks
    })
    .done(); //afgewerkt
```

Een handler kan met een return een waarde teruggeven, zodat deze waarde kan behandeld worden door de daaropvolgende thenable functie. Een handler kan ook een promise returnen of teruggeven zodat we de keten van thenables kunnen opbouwen.

Noot: Bovenstaand voorbeeld illustreert een openvolging van verschillende taken. Een workflow van promises kan ook taken parallel afwerken. Hiervoor doet men meestal beroep op een library. De syntax kan wel verschillen naargelang de gebruikte library.

Voorbeeld: `var parallelPromise = Q.all([ fsPromise.readFile(fname1), fsPromise.readFile(fname2)])`

Een promise laat gecontroleerde foutbehandeling toe. Er is wel een onderscheid voor errorhandling tussen: `promise.then(onFulfilled, onRejected)` en `promise.then(onFulfilled).catch(onRejected)`. Door de verschillende foutbehandeling kan een zeer specifieke keten van error handling aangestuurd worden.

- `then(onFulfilled, onRejected)`: slechts één van beide callbacks wordt opgeroepen (een “of” functie). Bij een reject is dit callbackError en wordt callbackOK niet uitgevoerd. Bij een fulfilled callback is dit callbackOK.
- `then(onFulfilled).catch(onRejected)`: de catch is gelijkwaardig aan een speciale then [`then(null, onRejected)`], die alle bovenstaande fouten opvangt en desnoods een aantal thens skipt (een “en” functie). De catch wordt altijd opgeroepen bij elke reject. Dus ook bij een eerder gebeurde reject. Een catch wordt hierom vooral gebruikt wanneer verschillende async functies in een workflow een gecombineerd resultaat moeten afleveren.

#### 1.1.1.5 Zelf een Promise maken

De kans bestaat dat alle bestaande API’s van node vervangen worden door API’s die promises teruggeven, eerder dan callbacks. Intussen, zolang dit niet het geval is, moeten we zelf de bestaande API polyfillen (= zelf een promise aanmaken voor bestaande API)

In ES6 kan je zelf een promise aanmaken met de “thenable” javascript Promise constructor, waarbij het argument een factory is, die de fulfilled en rejected callback bevat. Om in node promises aan te maken moet gebruik gemaakt worden van een library zoals **Promise.js**, **Q.js** (<https://www.npmjs.com/package/q>) of **RSVP.js** (<https://github.com/tildeio/rsvp.js>) of een deel van RSVP (= polyfill te installeren via npm install **es6-promise**).

```
var Promise = require('es6-promise').Promise;
```

```
/* 1. Maak een promise voor fs.readFile door gebruik van "resolve" en "reject" */
function read(url) {
  // Return(!) een promise (wrapper met twee cb's).
  return new Promise(function (resolve, reject) {

    fs.readFile(fileName, null, cbReadFile);

    function cbReadFile(error, data) {
      if (error) {
        reject(new Error(error));
      } else {
        resolve(data.toString());
      }
    }
  });
}

/* 2. Consumeer de promisified fs.readFile() */
read(fileName)
.then(// de resolve
  function (response) {
    console.log("Success!\n", response);
  },
  //de reject
  function (error) {
    console.error("Failed!\n", error);
  }
);
```

#### 1.1.1.6 Workflow met een promise library

Het zelf aanmaken van promises en deze consumeren is geen noodzaak voor elk programma of elke I/O toepassing. Zeker niet wanneer het om een beperkt aantal async methodes gaat en alles overzichtelijk blijft zonder promises. Wel maken meer en meer libraries gebruik van promises, omdat het gebruik ervan eenvoudig is (lage instapdrempel). Elke library met promises kan wel verschillende syntaxen hanteren, zodat het lezen van de library API vaak noodzakelijk is.

Er wordt ook blijvend gezocht naar een vereenvoudigde schrijfstijl voor de promises. Zo gebruikt de npm library “*asyncquence*” promises en specifieke keywoorden om de flow van asynchrone taken op te bouwen. Met “*val*” wordt het fulfilled resultaat weergegeven, met “*or*” krijg je het rejected resultaat.

```
getSequencefileRead(fileName)
  .val(function (content) { console.log(content.toString()) })
  .or(function (err) { console.error("Error: " + err) });
```

Hierin kan je de val functie kan je zien als een verkorte then schrijfwijze waarbij de callback functie nog moet worden uitgewerkt :

```
.then(function (cb, content) { console.log(cb(content)) })
```

### Oefening:

De loader module leent zich voor het maken van een Promise. Voeg een methode (loadArrayPromise) toe die een Promise returnt.

- De promise kent slechts 2 toestanden: ofwel wordt de users Array teruggegeven ofwel niet en krijg je een error.
- Bij success zorgt een then sequence zorgt voor het stringifyen naar JSON.
- Een catch vangt alle mogelijke fouten op zonder de applicatie af te sluiten ( test door te stringifyen op een niet bestaande arr).

De Promise runnen gebeurt nu als volgt. Bemerkt de eenvoudige schrijfwijze.

```
Loader.loadArrayPromise(users , usersIds)  
  .then(function () {  
    console.log(users);  
    return users;  
  })  
  .then(function (arr) {  
    console.log(JSON.stringify(arr));  
  })  
  .catch(function (error) {  
    console.error("Failed!\n", error);  
  });
```

## 10 De API quick tour.

Nu de basiseigenschappen van een asynchroon programmeer model beschreven werden, komt er het op neer om de API van node en de modules beschikbaar via npm te bestuderen en te gebruiken. Algemeen kunnen we de node kernmodules onderverdelen in een 5-tal grote categoriën. De node modules samen resulteren in een API platform (<http://nodejs.org/api/>) voor de volgende aspecten:

- **Basis elementen:** Timers, Modules, Events met zijn events.EventEmitter
- **Processes:** De API's in deze categorie laten toe om een proces op het hoogste niveau te controleren. Zowel variabelen, memory gebruik als externe processen kunnen hiermee behandeld worden. De processen worden onderverdeeld in het hoofdproces (process) en verschillende child\_processes. Beide zijn instanties van EventEmitter.  
<http://nodejs.org/api/process.html> ,  
[http://nodejs.org/api/child\\_process.html#child\\_process\\_child\\_process](http://nodejs.org/api/child_process.html#child_process_child_process).
- **Files, Buffers & Streams:** De API's van deze categorie laten toe om files te manipuleren (create, remove, load, write, read) - <http://nodejs.org/api/fs.html> .  
Ook streaming is mogelijk. Via streaming kan input naar de output worden doorgestuurd, zonder veel tussenkomst. Hierbij kan tussenin buffering, filtering en transformatie worden toegepast - <http://nodejs.org/api/stream.html>
- **Networking:** laat toe om zowel een HTTP server (class http, class https) als een TCP (class net) server aan te maken. Ook andere types en protocols zijn mogelijk zoals: TLS/SSL en UDP.  
<http://nodejs.org/api/http.html>
- **Utilities:** bevat een console ( "console") met string commando's en een utilities module ("util")
  - De **console** gebruikt 3 basis streams ( stdin, stdout, stderr ) , en je kan er natuurlijk json objecten in kwijt:  

```
> var a= {1: true, 2 : false}; console.log(a);
{ '1': true, '2': false }
undefined
```

<http://nodejs.org/api/console.html> .  
**REPL** (Read-Eval-Print-Loop) voorziet interactiviteit vanuit de command line.  
(<http://nodejs.org/api/repl.html>)
  - De **util** module bevat handige functies zoals:  
*inspect* om tijdens debuggen de inhoud van een object te inspecteren  
*inherits (constructor, superConstructor)* voor overerven van objecten  
<http://nodejs.org/api/util.html>
  - Met **Crypto** kunnen credentials geëncrypteerd worden.  
(<http://nodejs.org/api/crypto.html> )
  - Testen en foutbehandeling kan onder andere met **Assert** (unit testing - <http://nodejs.org/api/assert.html> )

# 11 Files en streams

## 11.1 File system

Node beschikt over de mogelijkheid om files te behandelen via zijn *"streaming API"*. Dit laat toe om files in een continue vorm te behandelen. Streaming duidt erop dat data reeds behandeld wordt terwijl er nog data ontvangen wordt. Moet je echter op een bepaalde positie in de file aanpassingen doen, dan moet je gebruik maken van de *"file system API"*. Filedescriptors (= gelijkaardig aan de UNIX file descriptors = identificatie vd file parameters) laten dan toe om de file inhoud te behandelen (lezen, schrijven, error handler).

Het verschil bij bvb. `readFile()` en `createReadStream()`:

Zonder streaming	Met streaming
<pre>var http = require('http'); var fs = require('fs');  var server = http.createServer(function (req, res) {   fs.readFile(__dirname +     '/data.txt', function (err, data) {     res.end(data);   }); }); server.listen(8000);</pre>	<pre>var http = require('http'); var fs = require('fs');  var server = http.createServer(function (req, res) {   var stream =     fs.createReadStream(__dirname +       '/file.txt');   stream.pipe(res); }); server.listen(8000);</pre>
Buffert de volledige file Minder goede user experience bij grote files	Buffert kleine delen en stuurt door (pipe) Betere user ervaring bij grote files maar kan "blokkeren" => chunking toepassen.

### Global Objects `"__dirname"` & `"__filename"`

Met respectievelijk `__dirname` en `__filename` kan het absolute path van de map en file van de uitvoerende code opgevraagd worden.

```
console.log(__dirname + '/myText.txt');
```

Noot: Verwar `__dirname` niet met `process.cwd()` (wat staat voor current work directory) of `./`:

- `./` retournt de directory van waaruit node runt.
- `__dirname`: het absolute path van de opgeroepen variabele, script of object waarin deze zich bevindt.
- `process.cwd()`: het absolute path waarin het process runt/werkt. (= dat process kan gestart zijn vanop een andere folder). Dit kan bij sommige IDE's ingesteld worden als project property (VS2015).

### Path beheer met `"Path"`

Om het filepath te beheren wordt de “Path” module gebruikt: <http://nodejs.org/api/path.html>  
Enkele voorbeelden:

```
var path = require('path');

//normaliseren= correcte slashes volgens operating systeem (vb.: backslash windows)
//alternatief voor windows : escaper met dubbele \
path.normalize('./node_modules//formidable/'); // node_modules\formidable\

//samenvoegen van pathnames
path.join('./node_modules', 'formidable', 'lib/file.js');
// \node_modules\formidable\lib\file.js

//bestaat de file wel
path.exists() is momenteel verwijderd uit de library. De 'fs' module (file system) moet hiervoor
gebruikt worden. ook fs.exists() is deprecated en werd vervangen door fs.stat() of
fs.access().

//naam ophalen van de directory/map van de file
path.dirname('/node_modules/formidable/example/readme.txt');
// /node_modules/formidable/example

//basisnaam ophalen(= zonder het suffix) van de file, eventueel met suffix filter
path.basename('/node_modules/formidable/example/readme.txt');
path.basename('/node_modules/formidable/example/readme.html' , '.html'); //readme

//path verwerkt .. en . voor relatieve adressering
path.normalize(__dirname + '/../00.Data')
```

## Low level file manipulatie met “FS”

Voor het ondervragen en manipuleren van files gebruik je de “fs” module:  
<http://nodejs.org/api/fs.html>.

Er kan zowel asynchroon als synchroon gelezen worden. Bij asynchroon werken is het laatste argument altijd de callback functie, en het eerste argument van callback is de error functie.

```
//asynchroon lezen (= met callback) met readFile (filename, [options], callback)
fs.readFile(fileName, 'utf8', function (err, data) {
  if (err) console.log(err);
  console.log("\n asynchroon: " + data);
});

//synchroon lezen (blokkeert output en komt eerst in de console)
var file = fs.readFileSync(fileName, 'utf8');
console.log("\n synchroon: " + file);
```

De fs module is een low-level API gebaseerd op file descriptors. Er kan gebruikt gemaakt worden van volgende commands: **fs.open**, **fs.write**, **fs.read** en **fs.close**. Ook **readFile()** en **readFileSync()** maken gebruik van deze commands. Deze commando's worden aangevuld met verschillende argumenten waaronder de **flags: r, r+, w, w+, a of a+**. Deze argumenten hebben de volgende betekenis ( zie bij fs.open()):

- De r verwijst naar het openen van de file om ENKEL te lezen vanaf het begin van de file. De w verwijst naar het ENKEL schrijven en zelfs aanmaken, mocht de file niet bestaan.



- De `r+` en `w+` openen de file en laten lezen **EN** schrijven toe.
- De `a` staat voor append en schrijft/leest vanaf het einde van de file.
- `s` duidt op een synchrone uitvoering
- `x` zorgt dat de actie faalt wanneer de file bestaat.

## Buffer en Errors

Javascript werkt met Unicode maar gaat minder gemakkelijk om met binaire data. Om wel met raw data en binaire data overweg te kunnen werd bij het Node het Buffer object extra aangemaakt. Dit betekent dat bij node een extra datatype bestaat: "Buffer".

Node kan hierdoor data zoals een tekstfile ontvangen in "*binair*" vorm. Voordat deze data kan ontvangen worden moet de buffer (het "Buffer" object), aangemaakt worden waarna met de `read` functie deze buffer opgevuld wordt.

=> Buffer is te beschouwen als een extra primitief data type, dat niet standaard aanwezig is in raw javascript.

Default gebruikt de Buffer utf-8 maar ook dit kan overschreven worden:

```
let buffer = new Buffer("Wat tekst", "base64");
let buffer = new Buffer("Wat tekst", "hex");
```

Omzetten van de ingelezen data naar JSON kan vlot gebeuren: `var json = buffer.toJSON(buf)`

Node weet echter niet welke data ontvangen wordt in zijn Buffer object en stokeert al de gegevens "*binary*" als een blob in een geheugenruimte, die bovendien niet gemanaged wordt door de V8 engine. De ontvangen cijfers stellen hex bytes voor. Met `toString()` kan de hex data omgezet worden naar leesbare tekst.

Een Buffer kan je vergelijken met een String object. Een Buffer is wel performanter maar kan beperkt worden door een voorafgedefinieerde omvang ( `new Buffer(size)`) en beschikt over minder functies dan String. Buffer beschikt wel over een methode `slice(start[,end])`, `copy(targetBuffer[, 1])` en `toJSON()`. (<http://nodejs.org/api/buffer.html>)

Tijdens het uitvoeren van de commando's moet *veel aandacht gespendeerd worden aan de mogelijke errors*, en dit op elke plaats waar een lees- of schrijfactie gebeurt. Vergewis er u van dat de file acties beëindigd zijn, anders worden de gebruikte buffers niet opgekuist. Vergeet daarom niet om na het lezen of schrijven een file te sluiten. Vooral bij grotere files is het van belang om de files, de file descriptor (`fd`) af te sluiten na het beëindigen van de taak, waardoor de geheugen ruimte weer vrijgegeven wordt.

```
fs.open(testFile, 'r', function opened(err, fd) {
  //Het openen van een file retournt zijn filedescriptor, die de file verder
  identificeert.
  //1. indien error
  if (err) { throw err }
  //2. buffer aanmaken
  let readBuffer = new Buffer(1024),
  bufferLength = readBuffer.length,
  filePosition = 0; // start positie van het lezen
  //3. async uitlezen volgens parameters met fs.read(fd, buffer, bufferoffset, length,
  position, callback)
  fs.read(fd,
    readBuffer,
    bufferLength,
    filePosition,
    //callback
    function read(err, readBytes) {
```

```

    if (err) { throw new Error(err); }
    console.log('leesde een totaal van ' + readBytes + ' bytes');
    //verwijder onnodige bytes (vreemde chars) op het einde van de buffer
    if (readBytes > 0) {
        console.log(readBuffer.slice(0, readBytes)); //<Buffer 3C 38 33 ...
    }
    //descriptor afsluiten bij grotere files
    fs.close(fd, function() {
        console.log("file closed");
    });
}

});
});

```

### Oefening:

Vul de hierboven geschreven code aan (of herschrijf ze met benoemde callback functies) zodat telkens bij het openen van de file een tekst toegevoegd wordt aan de file. Gebruik de descriptor "a" van append en vul binnen de callback functie een writeBuffer op:

```
fs.open(myFile, 'a', function opened(err, fd){ ... });
```

De toegevoegde tekst bevat de datum van vandaag: "Laatst gelezen op ... "

Maak gebruik van de API documentatie. Schrijf de volledige code wel zodanig dat je de callback hell vermijdt. Zorg voor error afhandeling.

Tip: Maak een functie append\_Date\_To\_File (myFile, callback) die achtereenvolgens de volgende taken afhandelt: open\_file() >> fill\_buffer() >> fs.write >> close\_file()

### Oefening:

Maak een programma dat toelaat de files van een bepaald type (vb: \*.txt) uit een bepaalde map weer te geven.

De map en file extensie worden meegegeven vanuit de console en opgehaald via process.argv().

1. Haal de dirname op bij argv en zorg voor een default map.  
args = process.argv[2] ? process.argv.splice(2): ["D:/BE-files/data"];
2. Controleer of de map bestaat en normaliseer het path (werk asynchroon)  
fs.stat(path.normalize(arg) , cbStat);
3. Lees de map uit:  
fs.readdir(arg , cbReaddir);
4. Controleer of het een \*.txt file is:  
if (file.indexOf("txt" , this.length - "txt".length) !== -1) {}
5. Return de opgehaalde filename via een callback en test op mogelijke errors

## 11.2 Lezen en schrijven van streaming data

Kleine teksten rechtstreeks binair uitlezen kan. Dit lezen gebeurt via een buffer. Geheugen ruimte moet hiervoor worden vrijgegeven om in één keer de file als een blob in te lezen. Een buffer kan hierdoor snel opgevuld en uitgelezen worden. Maar als het over grotere files gaat, kan al het beschikbare geheugen snel vol geraken, zeker als het nog over meerdere gelijktijdige gebruikers gaat of trage verbindingen. In dit geval gebruikt men beter streaming, waarbij data verwerkt wordt terwijl nog data ontvangen wordt. Default gebruikt node ook voor deze techniek buffers.

Node implementeert readable *streams* (inbound) en *writable streams* (outbound). De streams kunnen afkomstig zijn van bijvoorbeeld een TCP-server, HTTP-server, een database query of een file (als child process). Zo is een http request een readable stream. Een http response is een writable stream. Verschillende node objecten en dus niet alleen het filesystem, implementeren m.a.w. het stream object : fs streams, zlib streams, crypto streams, sockets.

Het streaming kan (net zoals bij het lower level file system) gebeuren met synchrone of asynchrone functies:

		Synchroon (sync vermeld)	Asynchroon
File system	Gebruikt en vult de Buffer volledig.	fs.readFileSync(filename, [options])	fs.readFile(filename, [options], callback)
Streaming	Gebruikt een deel van de Buffer.	fs.readSync(filename, [options])	fs.readStream(), fs.createReadStream(fname,[options], callback)

Streams zijn EventEmitters, wat betekent dat ze afgehandeld worden met events. Niet alle data moet zo in het geheugen vooraf opgeslagen worden. Readable streams emitten en writable streams luisteren naar typische events (= gebruiken EventEmitter). Daarnaast beschikken objecten die streams implementeren (=overerven) over een aantal API functies. Deze worden beschreven: <http://nodejs.org/api/stream.html>

Er zijn verschillende types van streams: readable, writable, transform, en duplex. De twee laatste combineren zowel een readable als writable stream.

<b>READABLE STREAMS:</b>			
EVENTS en EVENTCALLBACK functies require("stream").Stream();		FUNCTIES (API voor <b>reading</b> objects) require("stream").Readable();	
on('data',callback) emit('data',...)	listener voor het lezen, bewerken van streams	pause()	Wordt afgevuurd bij een volle Buffer. Pauseert alle data events.
on('error',callback) emit('error',...)	listener voor fout behandeling	resume()	Gaat verder met de data events.
on('end',callback) emit('end',...)	listener bij ontvangst van een EOF ( of FIN in TCP).	destroy()	Sluit af waardoor de stream geen enkel event meer triggert.
on('close',callback)	Wanneer stream of onderliggend object afsluit ( vb. fs)	<b>pipe(destination [options])</b>	Streamt het leesresultaat in een writable (zie verder)

<b>WRITABLE STREAMS:</b>			
EVENTS en EVENTCALLBACK functies <code>require("stream").Stream();</code>		FUNCTIES (API voor <b>writing</b> objects) <code>require("stream").Writable();</code>	
<code>on('drain',callback)</code>	Listener voor een ledige buffer om verder te schrijven.	<code>write()</code>	Schrijft readable weg. Gaat samen met aanwezigheid van readable data event.
<code>on('error',callback)</code>	listener voor fout behandeling	<code>end()</code>	Stopt het schrijven. Gaat samen met readable end of writer end event.
<code>on('finish',callback)</code>	Listenere voor <code>writer.end()</code> ;	<code>destroy()</code>	Sluit af en stopt event handling.
<code>on('pipe',callback)</code>	Bij ontvangst van een piped data stream		.

Streams zijn duidelijk eventemitters waar de readable en writable samen werken. Eigen streams aanmaken gebeurt door het implementeren van de API.

Readable Stream ( als event emitter)	Writable stream
<pre>var stream = require("stream");  var sr = new stream.Stream(); sr.readable = true; //implementeert API  sr.emit("data", "Dit is mijn data"); sr.emit("end", "Einde van mijn data.")  //uitlezen met sr.on('end', function ..)</pre>	<pre>var stream = require("stream");  var sw = new stream.Stream(); sw.writable = true; //implementeert API sw.data = "test";  sw.write = function (d) { sw.data += d }; sw.end = function (d) { if (sw.data){ } };  //uitlezen met s.on('drain', function ..)</pre>

## Streaming objects

Node zelf bevat een hele reeks streaming objects met streaming methodes: fs, http response ... Zo kan een file stream aangemaakt worden met `fs.createReadStream()`. Bij het lezen van de file kunnen verschillende opties meegegeven worden, waardoor de tekst bijvoorbeeld niet als bytes via een buffer gelezen wordt maar als geëncodeerde UTF8 teksts:

```
var fs = require('fs');

var readableStream1 = fs.createReadStream('testFile.txt');
var content = '';

readableStream1.on('data', function(chunk) {
```

```
// chunk is beschikbaar bij een volle buffer als een reeks van bytes;
//Default wordt de volledige file ingelezen.
// chunk is een leesbare strings door concatenatie met string .
console.log('ontvangen data:', content +=chunk);
});

var readableStream2 = fs.createReadStream('testFile.txt', { flag: 'r',encoding: 'utf8',
start:22});
//readableStream2.setEncoding('utf8');
readableStream2.on('data', function(chunk) {
    // data is een 'leesbare' utf8-encoded string;
    console.log('chunk ontvangen utf8 data', content +=chunk);
});

readableStream2.on('end', function() {
    //indien callback : done(content)
    console.log('volledig ontvangen utf8 data', content);
});
```

### Customised streaming tekst

Een readable stream moet niet aangemaakt worden vanuit een file. Een stream kan ook opgebouwd worden met eigen tekst en het push command. push(null) toont dat het aanmaken van de stream beëindigd is.

```
var Readable = require('stream').Readable;

var rs = Readable({encoding: 'utf8'});//'abstracte' module (gn constructor functie nodig)
rs.push('Een eerste lijn tekst.\n ');//niet write. Push duwt data in de read queue.
rs.push('Een tweede lijn tekst. \n'); //enkel strings kunnen gepushed worden.
rs.push(null); //aanduiden dat dit het einde is voor rs

rs.on('data', function(data) {
    // streaming data als een utf8-encoded string;
    console.log('\n Ontvangen utf8 data: \n', data);
});
```

### Customised streaming object

Readable beschikt via zijn prototype over zijn eigen `_read([size])` methode (= `stream.Readable.prototype._read`). Deze `_read` methode kan je aanbrengen en customizen naar eigen wensen. Net zoals bij EventEmitters kan je een willekeurig object ( `MyObject`) laten erven van Readable. Zo wordt dit object een Readable Stream en kan je een eigen `_read` methode definiëren op de klassieke manier:

1. Een subclasse aanmaken die erft van het Readable of Writable prototype.
2. Oproepen van de geërfde constructor met `Readable.call` of `Writable.call`
3. Eigen methodes of properties toevoegen.

```
//Aanmaak MyObject met copy constructor
function MyObject(arg) { Readable.call(this, arg); }
```

```
//MyObject erft van Readable (= overname van het prototype)
MyObject.prototype = Object.create(Readable.prototype);
//util.inherits(MyObject, Readable); //node alternatief om te erven

//bestaande _read method overschrijven naar eigen wens m.b.v. push
MyObject.prototype._read = function () { //this.push(this.arg) ; this.push(null)...}

//-----
//Streamen start bij pipe oproep
var myObj = new MyObject("EenArg");
myObj.pipe(process.stdout)
```

### **Pauseren met readable.pause() voor een "slow cliënt" synchronisatie probleem**

Een stream.Readable wordt vaak gecombineerd met een stream.Writable. Waar een http request een inkomende of readable stream is, is http response een uitgaande of writable stream. De events waar een writable stream op reageert zijn zoals eerder vermeld: drain, error, (un)pipe en finish.

```
var ws = fs.createWriteStream(_fileName);
ws.on("finish", function () { })
```

Wanneer ontvangen data (read) onmiddellijk moet verstuurd worden (write) naar een "tragere" cliënt kan een synchronisatie probleem ontstaan. Dit wordt veroorzaakt doordat de trage cliënt de aangeboden informatie te traag verwerkt. Om dat te vermijden kan een stream gepauseerd worden.

```
var fs = require("fs");
require('http').createServer( function(req, res) {
    res.writeHead(200, { 'Content-Type': 'text/plain' });

    var rs = fs.createReadStream('testFile.txt');
    rs.on('data', function(data) {
        if (!res.write(data)) {
            rs.pause(); //pauseren vh lezen indien buffer vol
        }
    });
    rs.on('drain', function() {
        rs.resume(); //verder lezen bij lege buffer
    });
    rs.on('end', function() {
        //zonder "end" blijft de browser "runnen".
        res.end('\n Dit is het einde.');
```

### **readable.pipe(destination, [options]) gebruiken voor synchronisatie met tragere cliënts.**

[http://nodejs.org/api/stream.html#stream\\_readable\\_pipe\\_destination\\_options](http://nodejs.org/api/stream.html#stream_readable_pipe_destination_options)

Het veelvoorkomend synchronisatie probleem van read/write met verschillende snelheden kan nog eenvoudiger opgelost worden met het **pipe()** command. Source en destination worden op elkaar afgestemd door: **source.pipe(destination)** of **readable.pipe(writable)**. Dit laat toe om op eenvoudige wijze een kopieer functie of een backup file aan te maken:

```
var fs = require('fs');
var source = fs.createReadStream(_filename);
var target = fs.createWriteStream(_fileame + '.backup');
```

```
source.pipe(target)
```

Er kunnen ketens van piping opgebouwd worden waarbij een pipe() een nieuwe source wordt:

```
sourceA.pipe(sourceB).pipe(destination);
```

Met pipe() wordt op het einde automatisch een res.end() opgeroepen. Wil je dat verhinderen dat moet je als optie de end:false maken en rs.on('end') definiëren. Indien dit laatste onnodig is kan de volledig bovenstaande code met rs.pause() door één lijn vervangen worden:

```
rs.pipe(res, { end:true });
```

Andere veel gebruikte libraries voor het oplossen van dit sync probleem zijn de libraries through (=handles pause en resume automatisch) en concat-stream (=buffert volledige stream).

### Oefening:

1. Bouw het alfabet op als een readable stream.  
Tip: String.fromCharCode(97) geeft het karakter a terug. String.fromCharCode(98) geeft het karakter b terug. Zo kunnen uit cijfers het alfabet opgebouwd worden.

De letters worden in een readable gepushed: rs.push(String.fromCharCode(i));

Bij de letter z wordt de readable afgesloten: rs.push(null)

en als test uitgelezen in de console (process.stdout) met: rs.pipe(process.stdout);

2. Schrijf dit alfabet weg naar 'alfabet.txt' met een fs.createWriteStream('alfabet.txt').en toon in de console met on 'finish' de boodschap: "alfabet.txt is aangemaakt".

### Pipe een transformed stream met stream.Transform

De API voor streaming laat ook duplex streaming en transforming toe.

[http://nodejs.org/api/stream.html#stream\\_class\\_stream\\_transform](http://nodejs.org/api/stream.html#stream_class_stream_transform).

Duplex streaming implementeert zowel een readable als writable stream. Het vormt de basis voor een transforming stream, die zich bevindt tussen het lezen en wegschrijven van de stream. De origineel gelezen stream kan worden aangepast (gettransformeerd) voordat je deze weer weg schrijft. Om deze transformatie uit te voeren moet een \_transform functie ingevuld worden op het Transform object. Daarna kan de gettransformeerde file met een pipe(transformedFile) opgehaald worden.

```
//1. transformatie object aanmaken
var Transform = require('stream').Transform;
var uppercaseAndColor = new Transform({decodeStrings: false});

//2. _transform methode definiëren:
uppercaseAndColor._transform = function(chunk, encoding, done) {
  done(null,
    function() {
      return( chunk.toUpperCase().fontcolor('red'));
    }()
  );
};

//3. testen
var fs = require('fs');
var source = fs.createReadStream(_filename, {encoding: 'utf8'});
```

```
var target = fs.createWriteStream(_transformedFile);

//uitvoeren vh transformatie commando
source.pipe(uppercaseAndColor).pipe(target);
```

## Node.js Stream Playground

Streaming is enorm handig en een belangrijk concept in node met vele mogelijkheden zoals bvb. het wegschrijven (pipe) naar een zip file. John Resig maakte een stream playground (<http://nodestreams.com>) waarop verschillende mogelijkheden (zippen, parse JSON, replace string, split string,...)gechained en in code aangemaakt worden.

Zippen kan als volgt:

**Node.js Code**

```
var fs = require("fs");
var zlib = require("zlib");

// Read File
fs.createReadStream("input/people.csv")
  // Gzip
  .pipe(zlib.createGzip());
```



## 12 Servers en netwerking.

Node.js biedt verschillende netwerk mogelijkheden:

- Opzetten van TCP server en bijhorende cliënts;
- Opzetten van HTTP server en bijhorende cliënts;
- Gebruik van sockets objecten, cookies, form objecten;
- Gebruik van User Datagram Protocol (UDP);
- Beveiligen van de server (SSL of het nieuwere TLS)
- DNS service mogelijkheden

Naast de mogelijkheden, voorzien door node zelf, bestaan verschillende aanvullende third party modules en middleware voor communicatie mogelijkheden.

### 12.1 TCP server (net.createServer)

TCP (Transmission Control Protocol) is een fundamenteel *communicatie* protocol, bovenop IP (Internet Protocol) en voorziet een transport mechanisme voor de application layer. Het IP adres identificeert een device in het netwerk. Omdat TCP connection-oriented is, wordt gegarandeerd dat alle pakketten bij de ontvanger toekomen in de juiste volgorde.

IP4 adressen zoals bvb. 1.140.20.255 bestaan uit *32 bits* (4 keer een 8 bit getal ) gescheiden door een punt. IP6 adressen zoals bvb. 3ffe:1900:4545:3:200:f8ff:fe21:67cf zijn *128 bits* lang (8 keer een getal met 4hex cijfers), waarbij de 8 getallen waarden gescheiden zijn door een dubbel punt.

Het IP adres 127.0.0.1 wordt gebruikt voor de localhost, en is het default adres bij node.

Poort nummers zijn een 16 bits getal, waarbij de poorten van 0 tot 1023 gereserveerde poortnummers zijn. Poort 443 is gereserveerd voor HTTPS. Binnen het TCP protocol zoekt elk message pakket zijn weg.

De net module (<http://nodejs.org/api/net.html>) laat toe de TCP server aan te maken.

- `createServer([options], [connectListeners])` retournt een TCP server instantie en laat één optie toe (boolean): *allowHalfOpen*. Indien true kan *enkel de server* de connectie afsluiten. Default staat dit op false en kan zowel cliënt als server de connectie beëindigen.
- De `connectionListener` (ofde callback) van `createServer` ontvangt als argument een "net.socket", en fungeert als eventEmitter voor `on data`, `on error`, `on end`.
- `server.listen()` accepteert 4 argumenten: `server.listen ( port, [host], [backlog], [callback])`. Poort 0 gaat opzoek naar een random poort. De backlog verwijst naar het maximum aantal sockets in de connection queue ( default 511)
- de `server.close([callback])` verhindert dat nieuwe connecties worden aangemaakt en sluit pas de server als de lopende connectie volledig uitgevoerd werd.

```
var net = require('net');
```

```
//1. aanmaken van de TCP server
```

```
var server= net.createServer({
  allowHalfOpen: false //cliënt of server sluiten verbinding
},
  //3. Connection listener
  function (socket) {
    //elke binnenkomende connectie verwerken
    console.log("server heeft nieuwe connectie");

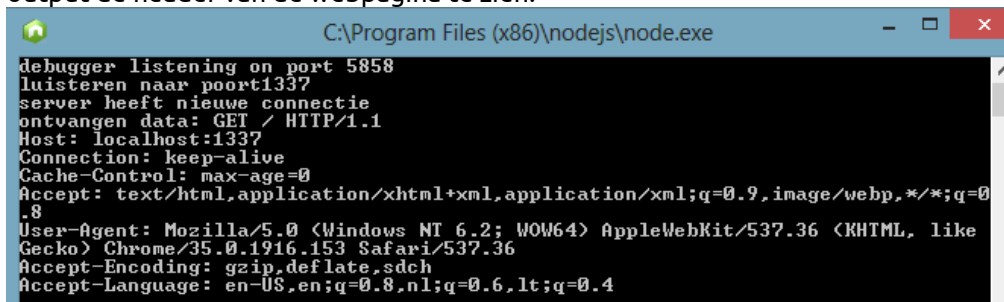
    socket.setEncoding('utf8');
    socket.write("Dit is een customised boodschap voor de client.")
    socket.on("data", function (data) {
      //ontvangst van browser headers of van cliënt data.
      if (data) {
        console.log("ontvangen data: " + data )
      }
      return socket.end();//beëindigt wel de socket
    });
    socket.on("end", function (data) {
      console.log("Goodbye. Client connectie is beëindigd.");
    });
  })

//2. TCP server luistert naar poort 1337 (listening listener)
server.listen(1337, function () {
  console.log("luisteren naar poort" + server.address().port);
});

//4. error handling
server.on("error", function (error) {
  if (error.code === "EADDRINUSE") {
    console.log("Deze poort is reeds in gebruik");
  } else {
    console.log("Fout"+ error.message);
    // server.close();
  }
});
```

## 12.2 TCP cliënt (net.connect)

Wanneer in een browser de TCP server opgeroepen wordt met `http://127.0.0.1:1337` , krijg je in de output de header van de webpagina te zien:



```
C:\Program Files (x86)\nodejs\node.exe
debugger listening on port 5858
luisteren naar poort1337
server heeft nieuwe connectie
ontvangen data: GET / HTTP/1.1
Host: localhost:1337
Connection: keep-alive
Cache-Control: max-age=0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,*/*;q=0.8
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.2; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/35.0.1916.153 Safari/537.36
Accept-Encoding: gzip,deflate,sdch
Accept-Language: en-US,en;q=0.8,nl;q=0.6,lt;q=0.4
```

In plaats van een browser client kan ook in een node een TCP cliënt aangemaakt worden:

```
var net = require("net");

var client = net.connect(1337, "localhost", function () {
```

```
console.log("client maakt verbinding");
//3. client (connectie) is een stream en kan dus read/write methodes uitvoeren
client.write("hier een boodschap van de TCP client");
});
```

```
server heeft nieuwe connectie
ontvangen data: hier een boodschap van de TCP client
Goodbye. Client connectie is beëindigd.
```

## Oefening:

Vul de TCP server aan met volgende eigenschappen:

Zorg dat de socket niet beëindigd wordt op de server ( geen `socket.end()` ). Het afsluiten doen we verder vanuit de cliënt.

Vul de TCP cliënt aan met volgende eigenschappen:

- Zorg dat de ontvangen server messages (sockets) uitgeschreven worden in de client console. Gebruik daarvoor streaming met `client.pipe(process.stdout)`;
- Zorg dat bij het intypen van tekst in de client console deze ingetypte tekst naar de server geschreven wordt. Maak hiervoor gebruik van `process.stdin.on("data",function (data) { client.write(data); })`
- Controleer of de ingetypte tekst niet "quit" is. Is dit wel het geval dan verbreekt de cliënt de connectie met `client.end()` en wordt dit meegedeeld in de console `client.on("close",function () { ... })`
- Bij het closen wordt een `reconnect()` functie opgeroepen. Deze functie zal na een timeout van 2 seconden een connect poging ondernemen. Maak gebruik van een self executing enclosure om `net.connect()` weer op te roepen.
- Na drie reconnect pogingen blijft de client definitief afgesloten

De TCP server behandelt tot nu toe slechts één socket. We breiden de TCP server uit zodat ontvangende informatie naar alle andere sockets gestuurd wordt (broadcasting). We maken m.a.w. een chat server.

- Maak een Array van sockets: `let sockets = [];`
- Voeg elke nieuwe socket toe aan deze Array: `sockets.push(socket)`
- Schrijf een ontvangen boodschap naar alle andere sockets.  

```
sockets.forEach(function (currentSocket) {
    if (socket !== currentSocket) {
        currentSocket.write(data);
    }
});
```
- Verwijder de afgesloten socket uit het sockets Array bij socket close:  

```
socket.on("close", function (data) {
    var index = sockets.indexOf(socket);
    sockets.splice(index, 1); //1 is het aantal te verwijderen
```

```
})
```

## 12.3 HTTP server

Het HTTP protocol maakt gebruik van TCP als transport protocol, zodat alles wat betrekking heeft op de TCP server ook geldig is voor de HTTP server. Ook HTTP is een connectie geïënteerd protocol.

Voor het werken met request/response van http maakt node gebruik van de http module:

```
var http = require('http');
```

Om uiteindelijk als server te luisteren naar requests op een host en port:

```
var http_serv = http.createServer(handleHTTP).listen(port, host);
function handleHTTP(req, res) { }
```

### 12.3.1 HTTP Request in a nutshell:

#### Request methodes:

Op te vragen in node via request eigenschappen zoals *request.method*, *request.url*.

GET	Basis lees operatie voor header en body.
HEAD	Identiek aan GET maar dan zonder de body.
POST	Versturen van nieuwe resources ( form data) naar de server.
PUT	Aanpassen van bestaande resource. Bestaat de resource niet, dan wordt hij aangemaakt De volledige resource wordt overschreven.
DELETE	Verwijderen van een resource op de server.
TRACE	De server stuurt de ontvangen data terug.
OPTIONS	Server returns de mogelijke opties naar de client.
CONNECT	Voor het werken via een proxy, die in naam van de client voor de connectie zorgt.
PATCH	Gelijkaardig aan PUT, maar slechts een deel van de resource kan aangepast worden.

HTTP Method	Idempotent	Safe
OPTIONS	yes	yes
GET	yes	yes
HEAD	yes	yes
PUT	yes	no
POST	no	no
DELETE	yes	no
PATCH	no	no

Idempotent = heruitvoer zonder gewijzigd resultaat.

Safe = caching kan zonder gevolgen voor de resource content gebruikt worden.

### Meest gebruikt Request headers:

Op te vragen in node via *request.headers*

Accept	Specificeert de content types die de client kan aanvaarden (application/json, application/xml, tekst/html)
Accept-Encoding	Specificeert een lijst van encoding en compressie types (gzip, deflate) die de client kan aanvaarden.
Cookie	Bevat alle cookies (tekst) van de client voor de opgevraagde server.
Content-Length	De lengte van het request (bytes).
Host	Domein en poort nummer van de server. (verplicht)
User-Agent	Identificatie van het type client.

## 12.3.2 HTTP response in a nutshell

### Response codes

Op te vragen in node via de eigenschap `http.STATUS_CODES[aCodeNumber]` of *response.statusCode*

200 OK	Succesvolle request
201 Created	Een nieuwe resource werd succesvol aangemaakt
301 Moved permanently	De resource staat op een nieuwe url, die voor herhaalde requests te vinden is in de "Location" response header. De redirect

	gebeurt best niet automatisch en niet voor POST/PUT/DELETE
303 Redirect for undefined reason	Om bvb. een operatie op een ander adres verder af te werken De gevraagde resource kan met een GET opgevraagd worden en is te vinden in de "Location" response header. Redirect is ook voor POST/PUT/DELETE
304 Not Modified	Duidt aan de resource ongewijzigd is <u>en de cache kan gebruikt worden.</u>
307 Moved temporary	Tijdelijke redirect, zodat best de oude url blijvend gebruikt wordt.
400 Bad request	Foutieve request met foutieve of onvolledige data.
401 Not Authorized	De aangeboden credentials laten geen toegang toe.
404 Not found	De requested URL is niet te vinden
418 I'm a teapot	April Fool's day joke.
500 Internal Server Error	Server error.

## Response Headers

In te stellen in node via `response.setHeader("Content-Type", "text/html")`

Cache-Control	De tijd in seconden dat de resource kan gecached worden.
Content-Encoding	Gebruikte encoding of compressie
Content-Length	Body response lengte in bytes
Content-Type	Het MIME type
Location	Target URL bij een redirect
Set-Cookie	Aanmaken van een nieuw cookie op de client

## Terminologie voor een uri:

Protocol	hostname	port	pathname	querystring (search)	fragment (hash)
http://	localhost	:1337	/home	?name=johan	#history
http://	google.com		/search	?q=node	
https://	www.howest.be		/		#q=nmct

host = hostname + port

path = pathname + querystring

query = verwijst naar de querystring zonder het vraagteken, en kan als een object aangeboden worden.

Volgende karakters worden escaped: < > " ' \r \n \t { } | \

### 12.3.3 De HTTP module in node

Met de module http kan de http server aangemaakt worden. De callback voorziet een http.serverrequest object en een http.serverresponse object.

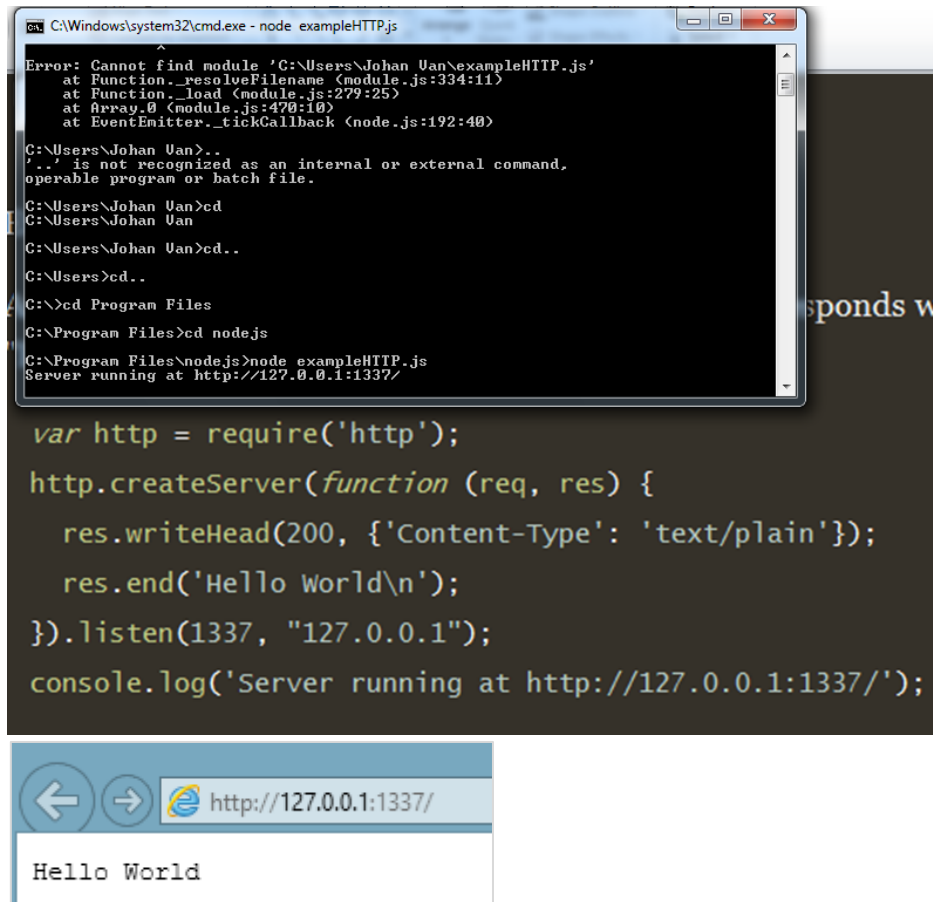
Het serverrequest object is een inbound ReadStream van de cliënt en laat toe eigenschappen op te vragen (URL, headers), data events te verwerken en data te pipen in een andere stream.

Het serverresponse object is een outbound WriteStream naar de cliënt en laat toe headers en body te schrijven of kan een readstream in de body toevoegen (vb: piping een movie).

Om een continue responsestream uit te voeren kan het http chunked protocol gebruikt worden via de header eigenschap: {Transfer-Encoding: chunked}. Dit wordt default ingesteld wanneer geen "Content-Length" wordt opgegeven. Chunking kan vooral nuttig zijn bij het versturen van streaming audio of video. Het einde van de transfer wordt gekenmerkt door het versturen van een chunk met lengte nul, waardoor de cliënt afsluit.

### Oefening: het basis "Hello World" voorbeeld van node

1. Test het basis voorbeeld van de node site. Dit is: een HTTP server aanmaken die op `http://127.0.0.1:1337/` een response "Hello world" terugstuurt door de instructie `res.end('Hello, world!');`
  - a. Je maakt een luisterende http server (IP adres 127.0.0.1 met poort 1337) in een javascript module en start deze module/server via de node command prompt.  
Vervolgens kan je via de browser surfen naar 127.0.0.1:1337. De server antwoordt met "Hello World"



```

C:\Windows\system32\cmd.exe - node exampleHTTP.js
Error: Cannot find module 'C:\Users\Johan Van\exampleHTTP.js'
    at Function.resolveFilename (module.js:334:11)
    at Function.load (module.js:279:25)
    at Array.0 (module.js:470:10)
    at EventEmitter._tickCallback (node.js:192:40)
C:\Users\Johan Van>..
'..' is not recognized as an internal or external command,
operable program or batch file.
C:\Users\Johan Van>cd
C:\Users\Johan Van>
C:\Users\Johan Van>cd..
C:\Users>cd..
C:\>cd Program Files
C:\Program Files>cd nodejs
C:\Program Files\nodejs>node exampleHTTP.js
Server running at http://127.0.0.1:1337/

var http = require('http');
http.createServer(function (req, res) {
  res.writeHead(200, {'Content-Type': 'text/plain'});
  res.end('Hello World\n');
}).listen(1337, "127.0.0.1");
console.log('Server running at http://127.0.0.1:1337/');

```

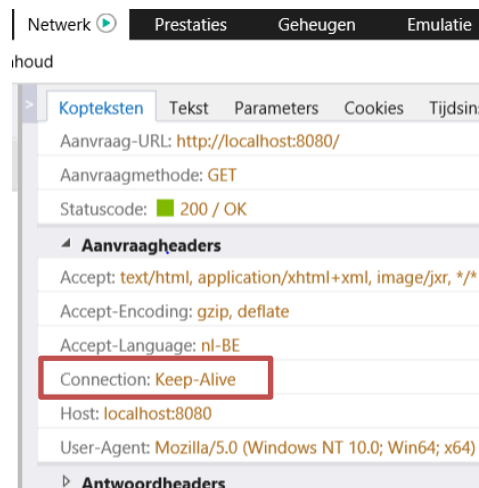
← → http://127.0.0.1:1337/

Hello World

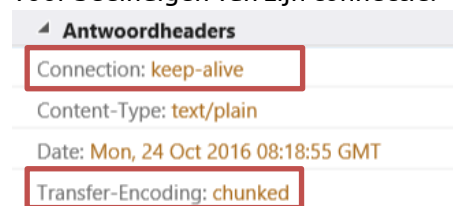
We merken het gebruik van een externe library (http) en de `createServer()` methode. We zien hoe een anonieme callback functie als argument van `createServer()` gebruikt wordt. We hebben met andere woorden een event driven, asynchrone en anonieme callback functie.

- b. We krijgen een server met een connection van het type "keep-alive" (voor streaming doeleinden) dankzij HTTP 1.1.  
In de development console van een browser zien we dat zowel de Request- als de Response header van het type "keep-alive" zijn. Dit betekent dat we, zelfs bij toepassingen met langere response tijden, continu data kunnen blijven doorsturen naar de cliënt. Default wacht de server dan ook niet tot zijn antwoorden volledig zijn. Zo kan de server simultaan verschillende connecties aan. Concurrency is het sterkste punt van node.js. Anders uitgedrukt: verschillende requests kunnen los van elkaar uitgevoerd worden.





- c. In de Response vinden we de eigenschap transfer-encoding: chunked terug. Dit duidt erop dat het antwoord in verschillende delen kan komen en dat er geen message length moet meegegeven naar de server. De cliënt is verantwoordelijk voor beëindigen van zijn connectie.



### HTTP server voorbeeld: lezen van tekst files, waarvan adres in de *req. url* te vinden is.

Er wordt gebruikt gemaakt van een Buffer object, omdat Buffers uitermate geschikt zijn voor het werken met binaire data. Dit werkt sneller dan strings concateneren. Kortom: werk niet met binaire strings maar werk met buffers waar toepasbaar. Bij lezen haalt node typisch "chunks of bytes" op en stokeert ze tijdelijk in een buffer.

```
var http = require('http');
var fs = require('fs');
var path = require('path');
var util = require('util'); //analyseren van obj. properties

//http server aanmaken.
var server = http.createServer();
console.log("Http server running on 1337 ");
//event bij incoming client request
server.on("request", function (req, res) {

    //Header komt vóór body en kan slechts éénmaal.
    res.writeHead(200, {
        'Content-Type': 'text/html',
        'Cache-Control': 'max-age=3600',
        'Transfer-Encoding': 'chunked'//kan blijvend verbinding aanhouden
    });

    //buffer aanmaken en versturen naar cliënt.
```

```
var buffer = new Buffer("<div>Omdat het response een stream object is, kan het ook  
buffers verzenden. </div>");  
res.write(buffer);  
  
//file URL ophalen uit request of een default URL gebruiken (basic routing)  
if (req.url == '/') {  
    //relatief adresseren met een punt  
    file = "." + path.normalize('/resources/testFile.txt');  
} else {  
    //req.url start altijd met een /  
    file = "." + req.url;  
    console.log (" lezen van " + file) ;  
}  
  
//file uitlezen via streaming  
var readStream = fs.createReadStream(file, { flag: 'r', encoding:'utf-8' });  
console.log("\n streaming ");  
  
readStream.pipe(res); // geen async on data, geen res.end bij regular pipe  
  
//opvragen van serverrequest eigenschappen  
res.write('<h3>req.url:</h3>' + req.url);  
res.write('<h3>req.method:</h3>' + req.method);  
res.write('<h3>req.headers:</h3>' + util.inspect(req.headers));  
})  
  
//server luistert naar requests van host/port  
server.listen(1337, '127.0.0.1');
```

### Oefening: http server vertaalt csv naar json

Een eenvoudige aan te maken csv file bevat een viertal titels van hoofdstukken. Bekijk deze file als een een key/value structuur die er als volgt uitziet:

- 1-Werken met Node.js.
- 2-De Node API voor files en servers. .
- 3-Middleware. .
- 4-Express framework

Zorg voor een http server, die deze csv file omzet naar een "valid" JSON file.

### Oefening: http server zorgt voor streaming video

Zorg voor een http server, die streaming video aanbiedt (mp4). De filenaam wordt opgehaald uit de querystring. Voorzie ook error handling.

Streaming video voorbeeld: <http://stackoverflow.com/questions/24976123/streaming-a-video-file-to-an-html5-video-player-with-node-js-so-that-the-video-c> (niet getest)

<http://phoboslab.org/log/2013/09/html5-live-video-streaming-via-websockets>

### Oefening: lezen van statische HTML files.(versie1)

1. Maak in de node applicatie een map aan met naam "public". Een map "public" wordt vaak aangemaakt om er de publieke files in te maken: html files maar ook script en css files. Maak een index.html, test1.html en test2.html.

2. Maak een http server aan in de node applicatie. In de callback van createServer, haal je vanuit de url (req.url) de file naam op, of gebruik je default de index.html  

```
var filename = path.basename(req.url) || "index.html"
```

Je hebt echter het volledige(!) path nodig zodat je gebruik maakt van `__dirname` of `process.cwd()`. Ook de file extensie kan nuttig zijn om het juiste mime type op te halen:

```
let filename = path.basename(req.url), //index.html
    ext = path.extname(filename), //html met puntje
    localPath = path.normalize(process.cwd()+"/public" + req.url); //fys.path
```
3. Controleer of het localPath wel degelijk toegankelijk of een file is:  

```
fs.stat(localPath, function (err, stats) {});
```
4. Indien het bestaat halen we de file op (= lezen met fs).  

```
fs.readFile(localPath, function(err, contents) { });
```

Indien niet: `res.writeHead(404) ; res.end();`  
Vergeet de `res.end()` niet. Zo niet blijft de browser wachten op het einde van de response.
5. Na lezen van de HTML file (= in de callback) kan deze file via de response verstuurd worden naar de client. Hierbij mag vooral niet vergeten worden om **het juiste "Content-Type"** mee te geven in de header !!!  

```
res.writeHead(200, { "Content-Type": "text/html" });
res.end(myFile);
```
6. Voeg onder de map public een CSS map toe en plaats er een willekeurige stylesheet:  
public/css/stylesheet.css
7. De css file, die je oproept in de head van index.html, wordt echter niet opgehaald door de server. Oorzaak is een dubbele reden: de verkeerde map wordt opgehaald en het mime type van de response klopt niet.  
Oplossing: controleer e extensie van de file met `path.extname(filename)`, waarna het bijhorende "Content-type" met bijvoorbeeld `extensions[".css"]` opgehaald wordt.

```
extensions = {
  ".html": "text/html",
  ".css": "text/css",
  ".js": "application/javascript",
  ".png": "image/png",
  ".gif": "image/gif",
  ".jpg": "image/jpeg"
};
```

Hetzelfde principe kan je gebruiken voor het ophalen van de correcte map. Niet echt nodig wanneer je gebruik maakt van `req.url`, maar het kan handig zijn.  
Werk dit verder uit en test een html pagina met css en javascript waarbij het juiste mime type opgehaald wordt.

8. Onze server leest nu wel alle mogelijke files, maar de opbouw van de applicatie is eerder slordig voor hergebruik van deze static server. We hervormen daarom de opbouw. (refactoring)
  - a. In `app.js` ( de eerst opgeroepen "main" file volgens package.json) roepen we de `staticServer` op als een module:  

```
var staticServer = require("../scripts/staticServer.js");
staticServer.init(8080);
```

- b. Maak de file staticServer.js aan in de map "scripts". We kiezen voor het module pattern, waarbij de zelf uitvoerende init de server initialiseert. Zo wordt de server de enige globale variabele:

```
let staticServer = function () {
  const http = require('http'), path = require('path'),
    fs = require("fs"), url = require("url");

  let httpListen = function (httpPort) {
    let server = http.createServer(function(req,res) {
      //filename ophalen en fs.readFile() oproepen
    } );
    server.listen(httpPort);
  },
  extensions = {
    // plaats hier de file extensies (mime types)
  },

  //publieke methodes (return)
  init = function (httpPort) {
    console.log("server running on port :", httpPort);
    httpListen(httpPort);
  };

  return {
    init: init
  };
}();

module.exports = staticServer;
```

Werk bovenstaande verder af, waardoor we beschikken over een leesbare en onderhoudbare module met een static server. De module kunnen we verder hergebruiken.

## 12.4 Node als REST API cliënt

Omdat node sterk is in I/O handling wordt node vaak gekozen voor het opvragen van RESTfull API's. Hierbij kan node zelf fungeren als een cliënt op een API van derden. De opgehaalde data kan verder door de node server zelf gebruikt of gecombineerd worden tot een nieuwe pagina of nieuwe API.

### 12.4.1 Een node GET request met *http.request(options, cb)*

Met behulp van `http.request()` of `http.get()` kan een node client aangemaakt worden die een get request afvuurt. Als argument kunnen verschillende opties toegevoegd worden, die nodig zijn voor ondervragen van de REST API. Het resultaat is een `http.ClientResponse` dat een response eventemitter aanstuurt.

```
var http = require("http");

var fs = require("fs");

var options = {
  host: "services.groupt.com";, // api - zonder http:// - enkel de hostname
  port: 80,
  path: "/country/get/all",
```

```

    method: "GET"
  }

//verkorte schrijfwijze zonder end() kan met http.get (options... )
http.request(options, function (resp) {
  console.log('STATUS CODE: ', resp.statusCode + " " +
    http.STATUS_CODES[resp.statusCode]);

var data ="" ;

resp.on("data", function (chunk) {
  console.log("\n ontvangen buffer data: ", chunk); //binair
  data += chunk ;
  process.stdout.write("\n data: " + chunk); //leesbaar
});

resp.on("end",function() {} )
//stream|bewaar response in een file on disk:
var file = fs.createWriteStream("./resources/response.txt");
resp.pipe(file);
}).end();//end zorgt voor de request uitvoer ( niet vergeten!!)

```

Voor het uitvoeren van zijn get request gebruikt node een agent. Deze agent onderhoudt een pool van live socket connecties. Bij het einde van een request, zonder nieuw pending requests, geeft de agent de socket automatisch vrij. Het aantal toegelaten open sockets per poort kan ingesteld worden via de options.

### API's ondervragen in een voorgedefinieerde volgorde d.m.v een Bufferlist. (optioneel)

Het kan zijn dat je verschillende API's wil ondervragen, waarbij de data van een eerste API nodig is vóór een tweede API. Door het asynchrone gedrag is de volgorde niet zomaar verzekerd. Bovendien kan server twee sneller zijn dan server één. We kunnen dit oplossen ( zoals eerder aangetoond) door de calls in een Array.shift() te plaatsen of door gebruik te maken van de async library.

Een alternatief op deze methoden die gebruikt wordt bij streams ( zoals een server response), is het gebruik van een buffer list. <https://www.npmjs.org/package/bl> . Deze bufferlist is een duplex stream, die hierdoor thuis hoort in een "pipe()" rij . Iets wat een Array niet kan.

```
var BufferList = require('bl');
```

Je haalt bijvoorbeeld alle data op ( met http.get() ) en voegt ze toe aan een bufferlist. De callbackfunctie zorgt dat alle binnenkomende informatie toegevoegd wordt aan de bufferlist.

```
response.pipe(BufferList(function (err, data) {  }))
```

Of je doet het expliciet met :

```
var bl = new BufferList();
bl.append(data);
```

Als laatste stap lees je de bufferlist via een pipe() command uit op basis van zijn aantal ontvangen Buffers (bl.\_bufs.length) in een fileStream of responseStream.

```
var file = fs.createWriteStream("./resources/response.html");
bl.pipe(file);
```

```
bl.pipe(res); //pipe roept automatisch end() op
```

## 12.4.2 Een node POST request met de “*querystring*” module.

### Formdata POST met de module “*querystring*”

Referentie: Informatie over de module is te vinden op <https://nodejs.org/api/querystring.html>

Hoewel deze module zeer beperkt is, laat deze node module toe om volledig met querystrings te werken. Met deze module kunnen http POST values verstuurd worden via de querystring en worden deze querystrings (un)escaped. Hiertoe wordt de querystring module zowel in cliënt als server opgehaald:

```
var qs = require('querystring');
```

De module zorgt voor communicatie tussen de node client en de node server via de querystring:

- Node cliënt kant: formdata – onder de vorm van een javascript object - wordt geserialiseerd naar een querystring met `qs.stringify({key1: "value1", key2: "value2" ... })`
- Node server kant: De ontvangen formdata wordt met `qs.parse(formData)` terug omgezet naar het oorspronkelijke javascript object.

```
/*--- Een node client ---*/
var http = require('http');
var querystring = require('querystring');

var request = http.request({
  //options
  hostname: "localhost",
  port: 8080,
  path: "/",
  method: "POST",
  headers: {
    "Content-Type": "application/x-www-form-urlencoded",
  }
}, function (response) {
  //callback

  process.stdout.write("Server bevestigt:\n")
  response.on("data", function (data) {
    process.stdout.write(data);
  });
});

//aanmaken van stringified formData voor de query string. Dit kan een Array zijn.
var formData = querystring.stringify({
  hogeschool: "HOWEST",
  naam: ["Johan", "VanHowest"]
});

//verzenden van formData als string: hogeschool=Howest&naam=Johan&naam=VanHowest
request.end(formData);
```

### Oefening:

Als test maken we een http server voor de bovenstaande client. De server stuurt de formdata terug naar de cliënt maar dan wel omgezet naar hoofdletters.

```

HOGESCHOOL = HOWEST
NAAMCOMPLEET = JOHAN.VANHOWEST
NAAM[VOORNAAM] = JOHAN
NAAM[ACHTERNAAM] = VANNMCT

```

Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van twee listeners met callback functies: on("data") en on("end"). Reden hiervoor is dat data kan ontvangen worden in opeenvolgende chunks. Alle chunks worden bij on "data" bijgehouden in een variabele. Bij on "end" gebeurt de verwerking ( bvb. het terugzenden in hoofdletters):

```

var formData = "";

req.on("data", function (chunk) {
    formData += chunk;
});

req.on("end", function () {
    //de formData kan met hulp van de qs module weer omgezet worden naar een obj
    var formResult = qs.parse(formData);

    //javascript obj. testen door obj properties uit te schrijven
    for (var key in qs.parse(formData)) {
        res.write(key.toString().toUpperCase() + " = " + . . . . );
    }
}

```

Noot: Controleer bij de fout "connect ECONNREFUSED" of de poortnummers wel overeenstemmen. En vergeet res.end() niet.

### JSONP of JSON als response met de module "querystring"

De querystring module laat toe om de querystring aan serverkant met één instructie om te zetten in key/value pairs:

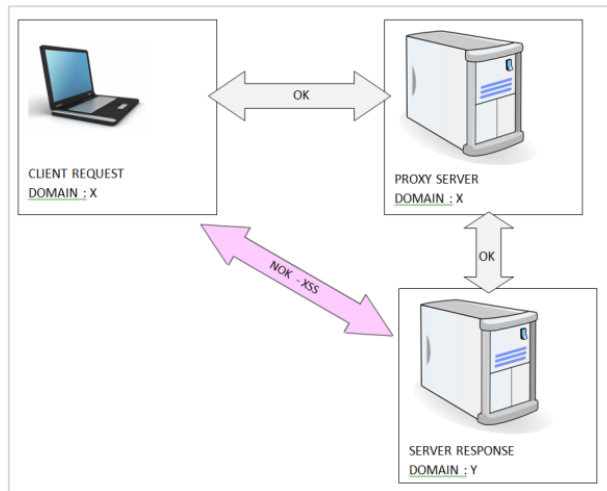
```
var qs = querystring.parse(req.url.split("?")[1]).
```

Gegevens in key/value pairs zijn eenvoudiger te behandelen voor verschillende toepassingen:

- als pure data
- om de routing aan te sturen via bvb. een switch.
 

```
switch (qs['page']) {
    case 'product'.....
```
- om na te gaan of een API moet aangestuurd worden met een callback functie als parameter (JSONP) of zonder callback (JSON). Door het gebruik van JSONP worden Cross Site

requests mogelijk gemaakt.



```

var http = require("http"), querystring = require("querystring");

http.createServer(function (req, res) {
  var qs = querystring.parse(req.url.split("?")[1]),
      username = qs.firstName + " " + qs.lastName,
      json;

  if (qs.callback !== undefined) {
    // indien callback parameter dan deze callback terugsturen (JSONP)
    // http://api.mine.com/pictures.json?lastname=me&callback=?
    json = qs.callback + "({username: '" + username + "'})";
  } else {
    // zonder callback parameter dan raw JSON terugsturen
    json = JSON.stringify({ "username": username });
  }

  res.writeHead(200, {
    // verander het MIME type naar JSON
    "Content-Type": "application/json",
    "Content-Length": json.length
  });
  res.end(json);
}).listen(8000);

//testen met bvb.
http://localhost:8000/?firstName=johan&lastName=Van&callback=show
  
```

### 12.4.3 Meer request opties met de “request” module (third party)

Referentie: Informatie over de module is te vinden op <https://github.com/mikeal/request>

Omdat de basis “querystring” module, default aanwezig in node, toch maar beperkte mogelijkheden heeft om url onderdelen op te vragen, wordt hiervoor veel gebruik gemaakt van third party modules. Deze extra modules voorzien mogelijkheden zoals: redirects, cookies, verzenden of parsen van query strings, verzenden van form data, verzenden van JSON objecten, streaming.



De module *"request"* wordt bestempeld als een *"Simplified http client"* en is één van de meest gebruikte modules. Na installatie van deze request module ( `npm install request` ) wordt het gebruik van de node *"querystring"* module zelfs overbodig.

De request module biedt ondanks zijn eenvoudige signatuur ( `request( {opties}|url, callback)` ) verschillende features aan. Het resultaat is een duplex stream, die zowel streams kan ontvangen ( vb. van een file stream of zichzelf ) of sturen ( vb. naar een image ) via `pipe()`. Er kan geluisterd worden naar on("response") en on ("error")

Opties worden aangebracht via een javascript property, waarbij de values meestal zelf een literal javascript object zijn:

- `method` : default GET , POST, PUT .. ,
- `headers` : default {}
- `form` : default header Content-type:application/x-www-form-urlencoded  
`formData` : default header Content-type: multipart/form-data
- `auth` : HTTP authenticatie toe via { "user": , "pass": }  
`OAuth` : open authorisatie via { `callback`: "myURL",  
`consumer_key`:..., `consumer_secret`:... }
- `agentOptions` : voor het gebruik van het SSL protocol met certification keys.
- `har` : genereert een HTTP archive request

Een voorbeeld :

```
/*--- Een POST node client ---*/

var request = require("request");

request({
  uri: "http://localhost:8080/",
  method: "POST",
  headers: {
    host: "localhost:8080"
  },
  form: {
    hogeschool: "HOWEST",
    naamCompleet: ["JohanV", "VanHowest"]
  }
}, function (error, response, body) {
  if (error) { console.log("Error: " + error); }
  console.log("response body:" + body);
});
```

## 12.5 Routing opbouwen met de node *"url"* module

Referentie: Informatie over de module is te vinden op <https://nodejs.org/api/url.html>

Met `querystring.parse(req.url.split("?")[1])` kan je querystring delen opvragen. Wordt de url een SEO vriendelijke url ( met slashes opgebouwd ) dan moet je deze functie herschrijven. De node

“querystring” module van node laat niet toe om vlot alle onderdelen van een willekeurige url op te halen.

Nochtans is de url de basis voor het opstellen van een routing aan server kant. Om de routing efficiënt te kunnen verwezenlijken hebben we alle onderdelen van de url nodig ( hostname, port, pathname, querystring, fragment). De “url” module van node helpt ons hierbij, door het aanbieden van een parse() methode waarbij (un)escape automatisch gebeurt. Het resultaat van deze parse() is een Array of een javascript object:

```
var arrPath = url.parse(req.url).pathname.split("/");
var objPath = url.parse(req.url, true).query ;
```

Van zodra je over de delen van het path beschikt kan de routing gedefinieerd worden:

Dit kan bvb. via een if: `if (req.method == "GET" && arrPath[1] == "product") { }`

Naast de parse()methode beschikt de url module nog over een format() en resolve():

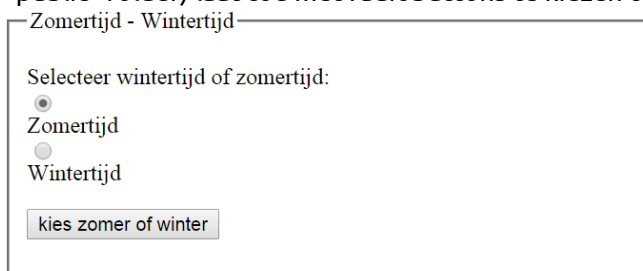
- `url.format(urlObj)` : zet een urlObject (objPath) terug om naar een string
- `url.resolve(part1, part2)` : concateineert beide delen met een / indien part1 NIET eindigt op een slash. Eindigt part1 wel op een slash, dan wordt het laatste deel van de routing (/) vervangen door part2.

Tip: Een wijziging van het node programma of de routing verwacht dat je de server opnieuw start om dit actief te maken. Node cacht zijn programma. Het herstarten kan je automatisch laten gebeuren door de “supervisor” of “forever” module. Je start je applicatie dan via:  
`>> supervisor myApp.js` in plaats van `>> node myApp.js`

### Oefening:

Een http server retournt de actuele tijd in een JSON formaat.

- Via een browser client die werkt met querystrings (GET).  
Afhankelijk van de URL wordt een zomertijd of een wintertijd gegeven. Een html file ( in de “public” folder) laat toe met radiobuttons te kiezen tussen wintertijd of zomertijd.



- Via een node client die werkt met een POST request. Afhankelijk van het meegegeven argument in de console (process.argv[2]) wordt zomertijd of wintertijd gegeven. Wordt niets ingegeven dan krijg je het zomertijd.  
`> node Timeclient winter`

### Oplossingsmethodiek:

1. Maak de node cliënt aan. Je kan gebruik maken van de request module en zijn POST method.

2. Zet een http server op die bij `req.on("data", cb)` op basis van `data.toString()` een winter of zomer uur terugstuurt naar de node cliënt. Een winteruur kan je uitrekenen via  
`new Date(new Date().getTime() + 60 * 60 * 1000);`

3. Maak een html cliënt aan met een formulier dat data verstuurt via de querystring..  
Je kan bvb. gebruik maken van jQuery en \$.ajax.

```
$( 'input[type="submit"]' ).on( 'click', function () {
    $.ajax({
        dataType: "json",
        url: "http://localhost:3000",
        data: $("#form").serialize(),
        success: function (data) {
            //data verwerken en weergeven
        }
    });
    return false; //stilleggen van submit
});
```

4. Pas de server aan met behulp van een `switch` case, die zich baseert op de ontvangen querystring data:  
De reeds aangemaakte code kan je in `default:` onderbrengen  
De ontvangen querystring resulteert in twee bijkomende `cases`. Ofwel wordt een zomeruur teruggestuurd, ofwel een winteruur. (`res.end(JSON.stringify(body))`)

## 12.6 Cookies in node

In de reponse header van een node request kunnen met Set-Cookie zowel enkelvoudige als meervoudige cookies aangemaakt worden. Voorbeeld:

```
server.on("request", function (req, res) {
    res.writeHead(200, {
        'Set-Cookie': 'afdeling=NMCT ; Max-Age=60',
        'Set-Cookie': 'naam=Johan; HttpOnly'
    })

    res.end("<div>Cookie ingesteld</div>");//opent browser
});
```

Het lezen van cookies gebeurt analoog met `request.headers.cookie`.

## 12.7 Herhalings oefening: uitbouwen webserver

### 12.7.1 Doel

- Asynchroon werken met node.js
- Gebruik van module pattern (closures) en constructor pattern.
- ~~(Gebruik van domains voor foutbehandeling = deprecated)~~. Error control met callbacks
- Gebruik een `options={}` object voor het instellen van basis configuraties.

- Gebruik van module patroon voor oa creatie van een server, die statische files leest (html, css, javascript).
- Module laten erven van EventEmitter om een event kenbaar te maken aan andere of meerdere modules.
- Gebruik van een API met JSON communicatie.
  - Ontvangen JSON opkuisen naar de standaard norm.
  - Een unobtrusive (!) HTML client met jquery voor de json weergave.
- Het resultaat linten (jshint)- al dan niet via een gulp task.
- Refactoren om het overzicht te bewaren.

### 12.7.2 Opgave : Static server aanvullen met een API client

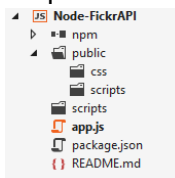
Zet een http server op, die dienst doet als client voor flickr (<https://www.flickr.com/services/api/>).

In een HTML formulier wordt een zoekwoord ingegeven, waarna de http server de bijhorende foto's ophaalt en doorgeeft aan de HTML cliënt.

Een teller op de server (afzonderlijk object) houdt bij hoeveel succesvolle requests er per dag gebeuren.

### 12.7.3 Oplossing

1. Maak een nieuw project. Met de volgende structuur.: public , public/scripts/ , public/css , scripts:



2. Zorg ervoor dat in package.json de file app.js de startfile is:

`"main": "app.js"`

3. Aanmaken en weergave van public/index.html:

- a. Maak "index.html" aan in de map public.

Zoekterm voor foto's:

Zoek met flickr

- b. We maken gebruik van de eerder aangemaakte staticServer. Voeg de file toe aan het project en toon index.html als test.

4. Toevoegen van clientscript en/of jQuery in index.html.

- a. Doe het nodige in de head van index.html om jquery te kunnen gebruiken indien gewenst. (lokaal of via CDN)

```
<script
src="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/2.1.1/jquery.min.js"></script>
<!--<script src="scripts/jquery-2.1.1.js"></script-->
```

- b. Maak start.js aan in de map public/scripts en test het opstarten van het script:  
Maak start.js aan volgens het module pattern, waarbij je het geheel in zijn eigen namespace (vb. client.api) onderbrengt

- a. Indien javascript:

```
let client = {};
client.api = () => {
    var start = document.addEventListener("DOMContentLoaded",
        function (event) {
            console.log("DOM fully loaded and parsed");
        });
    return {
        start: start
    };
}();
});
```

- b. Indien jq : gebruik je :

```
$(document).ready(function () {
    console.log("jQuery loaded");
})
```

5. Een ajax call naar de server api client opzetten.

- a. Voeg een click event toe aan de submit button "Zoek met flickr".  
Click event en handler komen eveneens in de start.js module (als 2 private methodes). Ook dit kan met javascript of met jQuery:

```
var addListeners = () => {
    let btn = document.querySelector('input[type="submit"]');
    let searchResults = document.querySelector('#searchResults');
    btn.addEventListener("click", function (e) {handleAPICall(e); });
}
var handleAPICall = function (e) {
    e.preventDefault();
    var url = location.protocol + "://" + location.host + "/apiData";
    . . . . .
}
```

Indien jq: `$('#input[type="submit"]').on('click', function (e) { })`

- a. Maak een ajax call met de inhoud van flickr zoekveld:  
Voorkeur gaat naar een puur gebruik van het XMLHttpRequest object (XHR),  
wanneer er maar weinig code nodig is. jQuery blijft immers een tragere library.

Indien javascript: De API van flickr roepen we asynchroon op. Omdat gebruik van XHR nog kan nodig zijn, is in de broncode een herbruikbare basis XHR.js module toegevoegd.

```
XHR.loadData(url, function (err, json) {
    let result = (JSON.parse(json));
    . . . . .
})
```

Indien jQuery:

```
$.ajax({
  dataType: "json",
  url: location.protocol + "://" + location.host + "/apiData",
  data: $("#myForm").serialize(),
  success: function (items) { }
});
return false; //Verhindert submit!
```

Vergeet de `return false` niet. Zoniet wordt de ajax call niet uitgevoerd, maar krijg je steeds een submit van de form.

6. De node static server moet nu overweg kunnen met de url (apiData). Deze url informeert node om als een get client te fungeren met een API call naar flickr.

- a. De server verwerkt de binnenkomende url niet goed , want `path.basename(req.url)` retournt telkens de volledige filename zoals `index.html` , `start.js` of `apiData?search=` .

We hebben echter delen van het path nodig zoals de querystring of een fragment afzonderlijk. Om dit te realiseren maken we gebruik van de url module om de pathname ( apiData) op te halen..

```
let uri = url.parse(localPath).pathname; //pathname /apiData
let qs = url.parse(localPath).query; //querystring
```

- b. Met een switch op uri kunnen we alles in de juiste richting sturen:

```
case "/": //lees de file
case "/apiData": //maak REST call in een module getAPIData ...
```

Noot: Bemerkt hoe het routing verhaal relatief veel code bevat. Iets om verder bij refactoring in een afzonderlijke module onder te brengen, zodat hergebruik eenvoudiger mogelijk wordt.

7. Aanmaak van een flickr API cliënt.

- a. Maak `getAPIData.js` aan in de server scripts map. Hierin komt de API client. Verwar niet met de map `public>>scripts` op de browser cliënt.
- b. Ook nu maken we gebruik van het module pattern. De module `getAPIData.js` kan er ongeveer uit zien zoals hieronder vermeld. Vervolledig de code en vervang de vaste zoekterm NMCT door de zoekterm aangeboden via het formulier. Uiteindelijk roep je vanuit de switch case de module op. Werk de module asynchroon uit!

De oproep ziet er dan als volgt uit:

```
getAPIData.callAPI(search, null, function (err, data) { })
```

De module `getAPIData`:

```
let getAPIData = function () {
  //default options voor de flickr API:
  optionsAPI = {
    method: "GET",
    port: 80,
    host: 'api.flickr.com' ,
```

```

    path:
      '/services/feeds/photos_public.gne?format=json&tags=NMCT&jsoncallback=?'
    },

    callAPI = = function (search, options, cb) {
      optionsAPI = options ? options : optionsAPI;
      http.request(optionsAPI, function (response) { . . . .})end();

    };

    return {
      callAPI : callAPI
    };

  }();

module.exports = getAPIData;

```

- c. Voor het uitwerken van de callAPI moet je er rekening mee houden dat de resultaten van de flickr service in chunks binnen komen. De chunks worden samengebracht in een variabele json. De webservice levert immers json af ( geen xml ), die we verder parsen om de gewenste data naar de http client te sturen.

```

http.request(options, function (response) {
  let json = "";
  response.on("data", function (chunk) {
    json += chunk
  });

  response.on('end', function () {
    console.log("\n ontvangen json data: ", json);
    cb(null, JSON.parse(json));
  });

}).end(); // end niet vergeten -> zorgt voor de uitvoer

```

## 8. Parsen en verzenden van de JSON data, die ontvangen werd van flickr

- a. De ontvangen JSON data willen we on “end” parsen, om zo de image url’s er uit te halen.

Bij `JSON.parse(json)` krijgen we echter een error die vertelt dat de JSON string niet correct geformatteerd is. We krijgen een “unexpected token” error.

```
SyntaxError: Unexpected token ( in JSON at position 0
at Object.parse (native)
```

Maak daarom een `clean` functie aan, die niet publiek komt, maar die wel het probleem zal oplossen van een invalid json file:

```
var jsonObj = JSON.parse(clean(json))
```

- b. Voeg de `clean` methode toe en bouw ze uit met volgende informatie. Het vraagt wat zoekwerk, maar de reden van de foutief gevormde JSON is te vinden in:

- a. Ongewenste json start karakters (vb. ronde haken). Dit kan worden opgelost met de eerste karakters te verwijderen:  
`json.substring(1, json.length - 1)`
  - b. een aantal enkele quotes ' en backslash \ die voor verwarring kunnen zorgen. Dit kan worden opgelost met een reguliere expressie ( vervangen door lege string of extra escape karakters)  
`json.replace(/\\\'/g, '')`
9. Ontvangen json weergeven op de cliënt.  
`getAPIData.callAPI()` ontvangt het JSON resultaat in zijn callback funcite. Dit resultaat wordt naar de client browser gestuurd: `res.end(JSON.stringify(data));`
10. Waarschijnlijk heb je nu altijd het keyword NMCT opgevraagd. Pas de code aan, zodat een willekeurig zoekwoord kan meegegeven worden vanuit het formulier.
11. We wensen een teller bij te houden, die het aantal aangevraagde succesvolle requests bijhoudt. We plaatsen deze code niet in `getAPIData`. Ze hoort eerder thuis in de switch case van de server. (vb. dan kunnen ook andere zaken al dan niet afgehandeld worden na verkrijgen van API data).  
Kortom: er is een eventemitter nodig, die informeert wanneer de API data opgehaald is

- a. Voorzie `getAPIData` van een `EventEmitter`.

```
//1. EventEmitter ophalen
var EventEmitter = require('events').EventEmitter;
var emitter = new EventEmitter();

//2. emit events
emitter.emit('apiData', jsonObj.items);

//3. en maak emitter.on, publiek. Zoniet krijg je volgend error
TypeError: getAPIData.on is not a function
```

- b. De `staticServer` is ingeschreven in het event en zal de teller ophalen/bewaren in de module "requestCounter". Bouw zelf de `requestCounter` module uit.

```
getAPIData.on('apiData', function (jsonItems) {
  console.log("de counter bevat nu :",
    requestCounter.getCount());
});
```

## 12. Foutmanagement (error control)

Volgende stap: verzorg foutmanagement. Het gebruik van domeinen is momenteel deprecated, zodat deze stap er enkel staat ter info. Je hoeft foutmanagement niet te realiseren met domains, hoewel het voorlopig nog werkt. Zorg wel dat de callback functies allen een error controle uitvoeren, en voeg een `uncaught exception` opvang toe.

Foutmanagement met gebruik van domeinen (deprecated):

Door het gebruik van verschillende domeinen, weten we waar de fout zich afspeelt zonder dat de applicatie vast loopt.

Vooral voor de cruciale in/out acties willen we error domain controle. We passen het toe op `createServer()` in de module `staticServer.js`:



```
var domain = require('domain'),
    httpDomain = domain.create()

var httpListen = function (httpPort) {
    httpDomain.on('error', function (err) {
        console.log('Error in the http domain:', err);
    });

    httpDomain.run(function () {
        // hier alles van createServer invoegen
        var server = http.createServer(function (req, res) { });
        server.listen(httpPort);
    });
}
```

Op dezelfde manier kan ook een domain aangemaakt worden voor de API oproep in de module `getAPIData.js`: `apiDomain = domain.create();`

We blijven aangewezen op foutmanagement via de callback error functions en het opvangen van uncaught exceptions. Dit laatste gebeurt onmiddellijk in de `app.js`. Schrijf de errors met `fs.write()` weg naar een log file. Gebruik bijvoorbeeld een eigen `errorControl.js` module hiervoor.

### 13. **Kwaliteitstool**: Lint de code met jshint.

Dit kan file pre file of via een gulp task. Gulp is een streambased tool dan verschillende stdreams aan elkaar brengt via `pipe()`. Gulp beschikt over zijn eigen jsHint interface:

>npm install --save-dev jshint gulp-jshint jshint-stylish

>Maak `gulpfile.js` aan in de root met volgende task:

```
gulp.task('hint', function () {
    return gulp
        .src(['./scripts/*.js', './*.js'])
        .pipe(jshint())
        .pipe(jshint.reporter('jshint-stylish', { verbose: true }));
});
```

>gulp hint om de hint-task uit te voeren.

Maak gebruik van een `.jshintrc` configuratie file in de root om onnodige fouten te filteren:

```
{
    "esversion": 6,
    "node": true,
    "browser": true,
    "undef": true,
    "unused": false,
    "predef": [ "MY_GLOBAL" ],
    "validthis": true,
    "laxcomma": true,
    "laxbreak": true,
    "module": true
}
```

#### 14. Refactoring

Herbepijk to slot je code of ze niet duidelijker leesbaar en meer herbruikbaar wordt door de code op te splitsen.

Wanneer we onze staticServer nader bekijken, zien we dat routing instructies ( switch case) tussen de create van de server staan. Je wil een afzonderlijke module ( router.js) die de url verwerkt, terwijl de server de html schrijft met res.write():

```
router.js:
let router = (function () {
  let extensions = [];

  let init = function (req, callback) {};

  let readFile = function (localPath, cb) {};

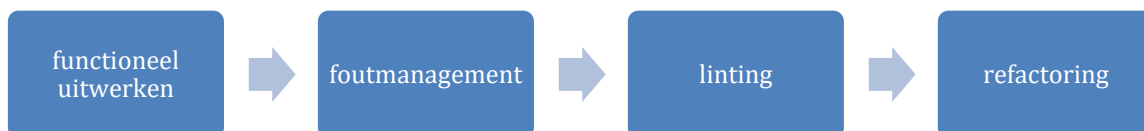
  return {
    init: init
  }
})();

module.exports = router;
```

router.js roep je op in de staticServer.js file:

```
router.init(req, function (err, data, mimeType) { //verzorgt de res.write })
```

Noot: bemerk hoe deze oefening pas volledig afgewerkt is na een aantal keer overlopen van de volledige ontwikkelcyclus:



## 13 Andere server types en protocols.

### TLS/SSL

TLS (*Transport Layer Security*), de nieuwe vorm van SSL (Secure Socket Layer), zorgt voor encryptie boven de transport layer waardoor een veiliger communicatie ontstaat met message authenticatie. Node maakt hiervoor gebruik van de "TLS" module (<http://nodejs.org/api/tls.html>).

Er wordt gebruik gemaakt van twee key's, waarvan één publiek is. Een key wordt gebruikt voor encryptie en de andere voor decryptie. Een public key certificaat (ook digitaal certificaat genoemd), wordt ondertekend door een Certificaat Authority (CA) en zorgt voor de koppeling met een identity (= een persoon, een organisatie). De CA's zijn typisch betrouwbare third parties. Om te communiceren is het signed certificaat nodig (=publiek) en een private key.

De keys worden gegenereerd met behulp van de SSL library of de OpenSSL library (<http://www.openssl.org>). Binaries zijn terug te vinden op: <https://www.openssl.org/related/binaries.html>. *De keys komen terecht in twee files* (bvb.: my\_key.pem en my\_certificate.pem) die tijdens initialisatie (= niet in een callback!) synchroon ingelezen worden door node als extra serveropties. Via extra properties kan een verplichte authenticatie van de client opgelegd worden (requestCert:true) en kunnen niet geautoriseerde personen toegang verhinderd worden (rejectUnauthorized:true). Voor de rest verloopt het proces gelijkaardig aan een TCP server, maar met andere namen voor de properties.

```
var tls = require("tls");
var fs = require("fs");
var port = 4010;

var options = {
  key: fs.readFileSync("my_key.pem"),
  cert: fs.readFileSync("my_certificate.pem")
}

var server = tls.createServer(options, function (clientreq) {
  clientreq.on("data", function(data) { });
});

server.listen(port, function () {
  console.log('server listens on port: ', server.address().port);
});
```

### HTTPS

Het is logisch dat voor het verzenden van gevoelige data (bvb.: credit card informatie) over het net een beveiligd protocol, zoals HTTPS, nodig is. *HTTPS voegt het TLS transportmechanisme toe aan het HTTP protocol*. Node maakt hiervoor gebruik van de module "HTTPS" (.). De HTTPS module erft dan ook van de http module.

```
var https = require("https");
var fs = require("fs");
var port = 4010;

var options = {
```

```

    key: fs.readFileSync("my_key.pem"),
    cert: fs.readFileSync("my_certificate.pem"),
    requestCert: true,
    rejectUnauthorized: true
  }

  var server = https.createServer(options, function (req, res) {
    res.writeHead(200, { 'Content-Type': 'text/html' });
    res.end("Welkom bij HTTPS");
  })

  server.listen(port, '192.168.1.100');

```

## UDP

UDP (User Datagram Protocol) is een transport layer gelijkaardig aan TCP om messages ( datagrams genoemd) te versturen. UDP is *niet connectie geörienteerd* en voorziet dan ook *geen error checking* op de volgorde van, het verliezen van, of het twee keer weergeven van een datagram. UDP vindt zijn toepassing bij *kleine queries met zeer veel gebruikers, waar de boodschap zelf minder belangrijk is*. De lengte van een datagram kan wel beperkt worden door het netwerk ( bvb.: 1500 bytes over Ethernet. Routers chunken op 512 bytes).

UDP ondersteunt broadcasting (= alle cliënts inlichten) en multicasting (= one-to-many of many-to-many distributie). Andere toepassingen zijn: DNS (Domain Name server), VoIP (Voice over IP), IPTV (Internet Protocol Television voor streaming video), TFTP (Trivial Transfer Protocol voor eenvoudige file transfer zonder authenticatie tussen servers), SNMP (Simple Network Management Protocol voor beheer van devices zoals routers en switches).

Node maakt gebruik van de module "dgram" (<http://nodejs.org/api/dgram.html>).

Zowel cliënt als server maken gebruik van createSocket("udp4" of "udp6, [message callback handler]). UDP gebruikt wel een random port number voor het aanmaken van een socket. Is dit niet gewenst dan kan de socket aan een specifieke poort gebonden worden met socket.bind(port, [address], [callback]). De socket kan ook boodschappen versturen met socket.send( buffer, offset, length , port , address, [callback])

```

var dgram = require("dgram");
var port = 4020;
var socket = dgram.createSocket("udp4", function (message, rinfo) {

});

socket.bind(port, function () {
  console.log("bound to:", server.address());
});

socket.on('message', function (message, rinfo) {
  // lees message
  var msg = "Er zijn " + rinfo.size + " bytes ontvangen van "
  msg += rinfo.address + ":" + rinfo.port;
  msg += "\n Boodschap : \n " + message.toString();
  console.log(msg)
});

```

Naast het message event , kan ook nog gebruik gemaakt worden van het listening event.  
Voor de uitwerking van de client wordt ook gebruik gemaakt van `createSocket()`.

### Oefening (optioneel):

- Maak een UDP cliënt voor bovenstaande server.  
`var client = dgram.createSocket("udp4");`
- De client geeft de booschap van de server weer:  
`client.on("message", function (message) { })`
- Maak er een command-line cliënt van door gebruik te maken van `process.stdin.on()`. Wat je intypt wordt hierdoor naar de server gestuurd.  
`process.stdin.on("data", function (data) {  
 client.send(data, 0, data.length, port, 'localhost')  
})`

Door de `socket.on('message')` op de server krijgt de cliënt zijn eigen message terug.

### Enkele netwerkkutilities

Opvragen van een DNS (Domain Name Server) kan met behulp van de `dns` module en de methode `dns.resolve(eenDomainNaam, [rrtype], callback)`. Default wordt een IP4 adres opgehaald. Met `rtype` (recordType) kunnen ook andere types worden opgehaald. Omgekeerd kan met `dns.reverse()` vanuit het IP adres een domain naam opgehaald worden. (<http://nodejs.org/api/dns.html>)

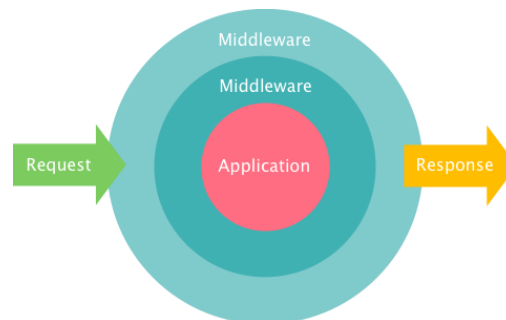
```
var dns = require("dns");
var domain = "www.google.be";

dns.resolve(domain, "A", function (error, addresses) {
    if (error) {
        console.log("fout: " + error.code);
    } else {
        console.log (domain + " heeft volgende IP4 adressen " + addresses) ;
    }
});
```

Opvragen van een valid IP adres kan met de module "net" en de methode `net.isIP(eenIPAdres)`

## 14 Middleware vereenvoudigt een web applicatie

Alle http server applicatie logica zelf programmeren met de basis node modules kan wel maar is een intensief werk. Middleware is een alternatief. Deze term maakt duidelijk dat middleware zich bevindt tussen het operating systeem en de applicatie met als hoofdbedoeling het werk van developers voor input/output communicatie gemakkelijker te maken. In een juiste definitie beschikt middleware dan ook maar **over één input en returnt één output**, die meestal een bewerking is op de ontvangen input. Middleware kan hierbij in cascade gebruikt worden:



### 14.1 Middleware definitie in node

Middleware componenten in node voor http, wrappen de request/response cycle en verwerken of *bewerken het request object of response object*. Het request object wordt verwerkt voordat het de applicatie bereikt. Bij het response object kan bvb. de header aangepast worden, een deel van de body geschreven worden, of de response kan beëindigd worden. Typische middleware voorbeelden bij een request zijn authenticatie, caching of logging.

Dergelijke middleware component bestaat uit niets meer dan een functie die het request object ontvangt en na verwerking teruggeeft. Een request kan volledig verwerkt worden (complete processing) of er kan een bewerking op gebeuren waarna het request doorgegeven wordt aan de volgende middleware component. Vergeet hierbij errorhandling niet. Bij een fout in de middleware wordt de output op de hoogte gebracht (vb. foutieve authenticatie) en/of wordt de fout geregistreerd.

De programmeur kan zo verschillende middleware componenten na elkaar chainen. Hierin wordt vaak *zelf geschreven middleware* afgewisseld met *bestaande middleware* van third party libraries. Middleware in node is in essentie een functie met 3 parameters: request, response en next.

Door het gebruik van middleware kan veel code uitgevoerd wordt op basis van "*one-liners*". Keerzijde hieraan: het vraagt wel een inspanning om eigen herbruikbare middleware aan te maken of om bestaande middleware instructies te bestuderen, conventies te volgen, en bovendien binnen de basis ideeën van een framework te blijven. Vernieuwende zaken toevoegen aan een applicatie vraagt meer creativiteit van de ontwerper, vooral omdat iedereen dezelfde one-liners gebruikt.

## Aanmaken van middleware

Een basis middleware functie ziet er als volgt uit. De aangemaakte functie wordt geëxporteerd zodat ze bruikbaar wordt voor andere modules. Het geheel wordt in een javascript file gesaved (bvb: middleware.js). Zo kan bij createServer bvb. een externe middleware functie opgeroepen worden waarbij request en response als argumenten doorgegeven worden, al dan niet met de volgende middleware functie. Voor deze laatste gebruikt men meestal het keyword next.

```
function middleware(request, response, next) {
  //doe verwerking van request en response
  return next(); //roept de volgende middleware(= een callback dus) op.
}
module.exports = middleware;
```

De callback functie kan ook als functie in de middleware geregistreerd worden. Je maakt m.a.w gebruik van asynchrone middleware. De algemene opbouw hiervan ziet er als volgt uit. De return zorgt dat de callback slechts één keer op de eventloop komt.

```
function middleware(arg1, arg2) {
  return function (request, response , next) {
    //doe verwerking van request en response,
    //gebruik eventueel arg1 en arg2
    next(); //roept de volgende middleware op
  }
}
module.exports = middleware;
```

## Consumeren van middleware

Het oproepen van de middleware kan vanuit elke module met de klassieke require methode, dank zijn de module.exports. Indien meerdere middleware componenten nodig zijn, kan de volgorde van het ophalen belangrijk zijn. Zo kan je geen middleware routing gebruiken, wanneer er geen voorafgaande middleware opgehaald was voor het definiëren van deze routings. Bij een foutieve volgorde blijven typisch het request of response object undefined.

```
var middleware = require("middleware");
var nextMiddleware = require("nextMiddleware");
```

Bestaande of opgehaalde middleware(= de externe file) kan meerdere bruikbare functies (middleware componenten) bevatten. Je hoeft ze niet allemaal te gebruiken.

De gewenste middleware functie kan rechtstreeks opgeroepen worden maar wordt *meestal meegegeven als argument van een constructor*. Vaak gebruikt men de variabele met naam "app" in plaats van de naam "server" om aan te duiden dat de server opgewaardeerd werd met middleware. Voorbeeld: middleware als argument van createServer:

```
var app = http.createServer(middlewareFunction("eenArg"))
```

In combinatie met een callbackfunctie, wordt ervoor gezorgd dat de middleware functie eerst uitgevoerd wordt vóór de callback (logisch). Zo kan in bovenstaand voorbeeld, de middleware functie zijn resultaat doorgeven aan het request en response object van create server.:

```
function middlewareFunction(someText) {
  return function (req, res ) {
    res.write("<div>" + someText + "</div>");
    res.end();
  };
}
```

Middleware kan wel aan speciale voorwaarden onderworpen zijn. Dit kan een aanpassing vragen bij

gebruik van third party middleware. Zo haalt bij het express framework de methode `bodyParser()` de key/value form data op. Maar dat kan alleen maar werken bij een `post()` en een correct content type (form-urlencoded of application/json):

```
app.post('/send', express.bodyParser(), function(req, res) { }
```

## 14.2 De middleware van *connect* of *express* gebruiken.

Node heeft een http module die met `createServer()` een **http.Server object** returnt om http requests te behandelen. De Http module is op zich zeker een bruikbare module, maar vaak wordt de "request" en "connect" module erbij gehaald. De request module werd reeds kort aangehaald als "de simplified http client". Connect is een verzameling van middleware componenten.

Info: <https://www.npmjs.org/package/connect>

De "Connect" module zorgt met zijn eigen `createServer()` methode voor een uitbreiding van de node http.Server mogelijkheden. Connect zie je niet onmiddellijk staan in het npm overzicht, maar connect wordt wel gebruikt in het populaire express framework, dat verder behandeld wordt. "Express" beschikt eveneens over zijn `createServer()` methode met een nog uitgebreider versie van http.Server en nog meer mogelijkheden voor het eenvoudig parsen van bijvoorbeeld cookies, bijhouden sessions, logger voor specifieke request en response data, uitgebreide error handler, behandelen van statische files ...Redenen genoeg waarom express één van de meest succesvolle modules geworden is.

Het maken van een connect server of een express server is gelijkaardig aan `http.createServer`. Je installeert natuurlijk vooraf connect en/of express ((npm install connect) en brengt connect aan als argument in de constructor van `createServer()`. Daarna kunnen verschillende middleware componenten opgehaald worden met het "use" command. Ze worden met `next()` na elkaar opgeroepen.

```
var http = require("http");
var connect = require("connect") //kan ook express zijn
var app = connect(); //intialiseer middleware -> opgewaardeerde createServer

app.use(function (req, resp, next) {
  //eerste middelware is puur raw node als voorbeeld
  resp.setHeader("Content-Type", "text/html");
  resp.write("<div>Een middleware boodschap</div>");
  next(); //volgende middleware (= volgende use) ophalen
});

app.use(function (req, resp, next) {
  resp.end("<div> Hello World van een tweede middleware</div>");
})

http.createServer(app).listen(1337) // equivalent met app.listen(1337)
console.log("server listening on 8000");
```

Enkele bruikbare connect componenten zijn : `app.use(connect.logger())` ,  
`app.use(connect.errorHandler())`, `app.use(connect.static(__dirname+'/public'))`,



```
app.use(connect.query()), app.use(connect.bodyParser()), app.use(connect.cookieParser()),
app.use(connect.session());
```

Connect en express zijn niet de enige succesnummers onder node middleware. Er bestaat daarnaast nog middleware voor o.a. CSRF (Cross-site Request Forgery) bescherming, Gzip compressie, JSONP handling, LESS support enz...

## 14.3 Zelf middleware aanmaken

De middleware componenten zijn niets meer dan een functie die geëxporteerd wordt voor algemeen gebruik door een andere module. Niets belet ons om zelf een middleware functie aan te maken en te exporteren.

```
function echoText(someText) {
  return function (req, res) {
    res.write("<div>" + someText + "</div>");
  };
}

module.exports = echoText;
```

De aangemaakte middleware kan ook hier meegegeven worden *als argument in de constructor* van `createServer()`. Door de return komt de callback functie ( met zijn req en res) beschikbaar voor verdere verwerking.

```
var http= require("http")
var echoText = require("../MyMiddleware"); //Puntje ./ niet vergeten!

var app = http.createServer(
  echoText("Iets") //in constructor van createServer
);

app.listen(8080);
```

Het resultaat van een middleware bewerking wordt ook vaak *toegevoegd aan het request object*. (vb. `req.user = user`). Een request kan zonder probleem verstuurd worden met deze aangevulde gegevens. Dit request object is bovendien beschikbaar en wordt gebruikt in heel veel andere modules, zodat het resultaat vd middleware vlot beschikbaar komt in de applicatie.

## 14.4 Oefeningen op middleware:

### Oefening: middleware voor het lezen van een tekst file (optioneel)

We maken gebruik van connect (= de use syntax) om 3 eigen middleware componenten na elkaar op te roepen:

- "writeHeader.js" schrijft het mime type van de header en maakt een cookie met de actuele datum aan.
- "saveRequest.js" schrijft enkele request eigenschappen weg naar een txt file. ( bvb.: req.method, req.url, req.headers ...)
- "echoText()" zorgt dat een tekst vanuit de app door de module uitgeschreven wordt.

Voor de uitwerking worden de modules als middleware meegegeven via de constructor van `app.use()`. Voor de eerste module ziet dit er bvb. zo uit.

```
//in app.js
app.use(
  writeHeader("Content-Type", "text/html")
)

//in writeHeader.js()
function writeHeader(key , value) {
  return function (req, res, next) {
    res.setHeader(key, value);
    res.write("writeHeader done");
    next();
  }
}
module.exports = writeHeader;
```

Zorg verder dat er een cookie aangemaakt wordt in `writeHeader`.  
Vul verder aan met module 2 en 3.

### Oefening: requestHandlers als middleware inclusief een API call en file-upload

Een mini applicatie waarmee images gekozen worden om ze op te laden op de server ( [file-upload](#) ).

Om de requests uit te werken maken we deze keer gebruik van middleware voor de `requestHandlers` (= haal api data, lees html, lees script...). We maken een file met naam `requestHandlers.js`, die een verzameling wordt van geëxporteerde functies. Het hoeft dus niet als een module aangemaakt te worden.

```
exports.myFunctionA = function(req, res) {};
```

```
exports.myFunctionB = function(req, res) {};
```

De middleware wordt gebruikt door de router (= router kiest de juiste handler).

```
const requestHandlers = require("./requestHandlers")
```

Traditioneel wordt de middleware meegegeven in de `app.js` file bij opstart van de server. Zo is ook duidelijk, op één plaats, welke middleware de applicatie gebruikt:

```
staticServer.init( router , handlers ,8080 );
```

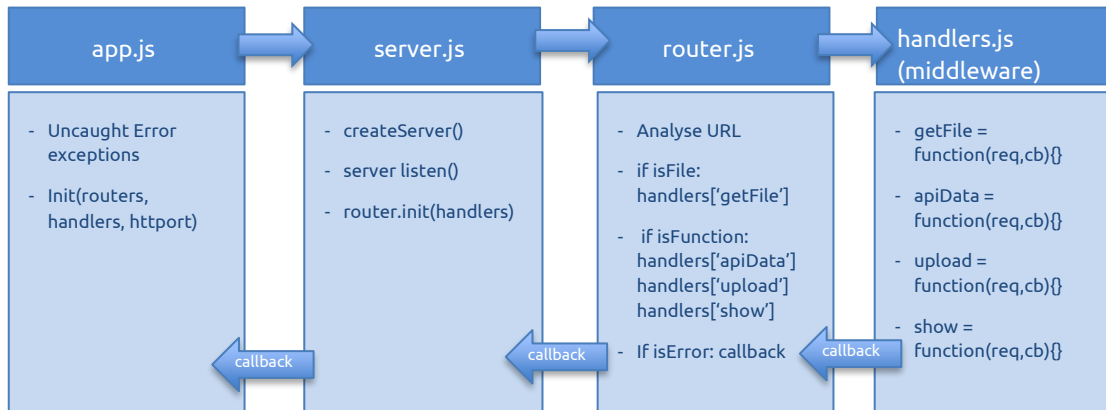
### Oplossing:

1. We maken gebruik van de reeds eerder aangemaakte server met afzonderlijke `router.js`. De router zorgt voor de juiste actie op input van de url (req). De `staticServer` schrijft de HTML.

En nu doen we nog een refactoring. We zorgen dat de verwerking van de requests (een file uitlezen of een REST API ophalen) niet meer in de server creatie maar in een afzonderlijke file gebeurt: `requestHandlers.js`.

Hierbij bouwen we de handlers uit als *middleware*. De handlers worden voorzien van een request req en returnen een response res.

De volledige architectuur van de oefening wordt als volgt:



## 2. Requesthandlers.js: voorzien we van verschillende handlers.

- een handler voor het fysisch uitlezen van een file (readFile) of lezen van de root,
- een handler voor het ophalen van API data(apiData) ,
- een handler voor het opladen van een file (uploadFile).

De verzameling van handler functies (= en dus geen module) in requestHandlers.js ziet er als volgt uit:

```

//public
let apiData = function(req, callback) { // uit te werken }

let getFile = function (req , callback) { ....
  //haal extensie op
  // lees file
  fs.readFile(req.localPath, function (err, data) { . .
};

// exports request handlers-middleware functions-
exports.apiData = apiData;
exports.getFile = getFile;

```

## 3. Hoe brengen we deze middleware functies aan in onze static server?

We haalden reeds aan dat dit via de constructor dependancies gebeurt van staticServer.init(). Zo gebeurt alle initialisering mooi in één file: app.js. De volledige app.js, met alle initialisaties, ziet er nu zo uit:

app.js:

```

//1. Nodige middleware en scripts in app.js.
const requestHandlers = require("./scripts/requestHandlers.js");
const router = require("./scripts/router.js");
const staticServer = require("./scripts/staticServer.js");
//2. Alle handlers definiëren (leesbaar) in een literal object
let handlers = {}
handlers["/apiData"] = requestHandlers.apiData;
handlers["/getFile"] = requestHandlers.getFile;
. . .

```

```
//3. Initialisering van static server
staticServer.init( router , handlers ,8080 );
```

4. Maak router.js aan (mocht dit nog niet gebeurd zijn) en breng er de routing element uit StaticServer naar toe.

```
const path = require('path'), fs = require("fs"), url = require("url");
```

```
let router = (function () {
  let extensions = { };
  let init = function (handlers, req, callback) {
    //1. filename, pathname ophalen om...
    //2. Filename uit te lezen >> beslis wat ermee te doen
  };

  return {
    init: init
  };
})();
module.exports = router;
```

5. Natuurlijk moet de staticServer.js module (!) nu aangepast worden om vanuit zijn init() de server op te starten. Naast httpPort worden de argumenten router en handlers toegevoegd. Dit wordt bvb. ( deels)

```
//private
let httpListen = function (router, handlers, httpPort) {
  let server = http.createServer(function (req, res) {

    //routing ophalen ( handlers als extra argument toevoegen bij router)
    var uri = url.parse(req.url).pathname;
    console.log("routing ophalen voor uri : " + uri)

    router.init(handlers, req, function(err, data,mimeType) {
      if (err) { res.writeHead(500);
        res.end("500: Server Error: \n" + err.message);
      } else {
        res.writeHead(200,{ //enzovoort })
        res.end(data);
      }
    });
  });

  server.listen(httpPort);
};

//public
let init = function (router, handlers, httpPort) {
  console.log("server running on port :", httpPort);
  httpListen(router, handlers, httpPort);
};
```

```
return {
  init: init
}
```

- De router ontvangt de handlers via dependency en kan er gebruik van maken. Om bij middleware variabelen door te geven, maakt men vaak gebruik van het dynamisch aanmaken van eigenschappen op het request of response object (vb. `req.localPath` doorgeven gebeurt via `req.localPath`)

Om er zeker van te zijn dat er wel degelijk een handler bestaat wordt gecontroleerd op het type "function".

```
let init = function (handlers, req, callback) {
  req.localPath = localPath; //req bevat nu het localPath (middleware)
  fs.stat(localPath, function (err, stats) {
    if (stats && stats.isFile()) {
      handlers['/getFile'](req, function (err, data) {
        // . . . .

      } else if (typeof (handlers[pathname]) === "function") {
        //extra controle om te controleren of een handler bestaat
        handlers[pathname](req, function (err, data,) { }

      } else {
        //geen handler gevonden
        console.log("No request handler found for " + pathname);
        callback("404 not found", null, ".html");
      }
    });
  });
```

- Test uit of de server nog correct werkt door bvb. een html file uit te lezen waar je een menu in onderbengt. Dit laat ons toe een nieuwe pagina op te roepen voor de gevraagde file upload.

```
<nav>
  <ul>
    <li><a href="index.html">INDEX pagina met CSS</a></li>
    <li><a href="fileUpload.html">File upload</a></li>
    <li><a href="flickrAPI.html">Foto's zoeken met flickrAPI</a></li>
  </ul>
</nav>
```

Typische fouten:

"..... is not a function " : Heb je `module.exports` niet vergeten?

"..... path must be a String or Buffer" : path is niet toegekomen bij `fs.readFile`.  
Vergeten path toe te voegen aan het req ?

- Aanmaken van de `fileUpload.html`. We maken gebruik van het type="file"
- ```
<form action="/upload" enctype="multipart/form-data" method="post">
  <input type="file" name="upload" multiple="multiple">
```

```
<input type="submit" value="upload één of meerdere files" />
</form>
```

9. Definieer deze nieuwe handler in app.js:

```
handlers[ "/upload" ] = requestHandlers.upload;
```

Maak hem aan als middleware in requestHandlers.js:

```
var uploadFile = function (req, callback) { }
```

En zorg dat hij beschikbaar wordt buiten zijn module:

```
exports.upload = uploadFile;
```

10. De upload handler verder uitwerken:

- a. Post data lezen:

We dienen de post data van het formulier op te halen. Er kan hiervoor gebruik worden gemaakt van een third party library. We kiezen voor bvb. multiparty. Voorbeeldcode en informatie: <https://github.com/andrewrk/node-multiparty>. Vergeet deze module niet te installeren ( npm install -- save)

```
let multiparty = require('multiparty');

var form = new multiparty.Form();
form.parse(req, function (err, fields, files) {
  let filename = files.upload[0].originalFilename;
  //filename verwerken als ReadStream en WriteStream
  // (zie punt 11)
})
```

Vergeet niet de nieuw aangemaakte handler te exporteren.

11. Omdat we het geheel willen verwerken met pipe hebben we een inbound en outbound stream nodig om de file op disk te schrijven.

```
let inStream = fs.createReadStream(files.upload[0].path);
let outStream = fs.createWriteStream("./public/images/uploads/" + filename);
inStream.pipe(outStream);
```

Maak de upload directory ( met s ) aan , dit gebeurt niet automatisch ( schrijfrechten).

Voeg de handler toe in app.js: handlers[ "/upload" ] = requestHandlers.upload;

12. Tot slot wordt als bevestiging het opgeladen beeld uitgelezen en getoond.

We kunnen een bewaard beeld direct ophalen, maar doen het hier eveneens via een handler met naam "/show". Deze handler wordt aangestuurd met een querystring.

```
res.write("<div>Volgend beeld werd opgeladen:</div>")
var imgURL = 'http://' + req.headers.host + '/show?img=' + filename;
res.write("<img src='" + imgURL + " ' width='250' alt=''/>"); //weergave
```

Noot: Het res object bevindt zich in de StaticServer, zodat je via callbacks terug moet naar deze StaticServer (en bijkomend het mimetype meestuurt). Of als alternatief kan het response object meegeven vanuit de staticServer naar de router.

Noot: onmiddellijke weergave van het beeld zou als volgt zijn (zonder /show):

```
var imgURL = './images/upload/' + filename;
```

13. De handlers `["/show"]` moet hiervoor worden uitgewerkt. Doe dit nu zelf, haal de filename op uit de querystring (`querystring.parse((req.url.split("?")[1]))`) en maak gebruik van:











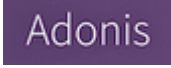













```
fs.readFile("./public/images/uploads/" + filename , function (err, data) { });
```

Noot: Heb je een warning gekregen voor een max. aantal eventListeners (default ingesteld op 10), kijk dan of een event niet continu luistert binnen de server listener (`server.listen(httpPort)`). Plaats de listener erbuiten, en geef de nodige argumenten mee vanuit de emitter.emit.

## 15 Frameworks & Express





### 15.1 Snel groeiend aantal (free) node frameworks:

Ref: <https://colorlib.com/wp/node-js-frameworks/>

 Fast, unopinionated, minimalist web framework for Node.js		 FOR NODE.JS	 Powerful MVC web framework for Node.js.
 Total	 next generation web framework for node.js		 build apps with love
	 v0.11		
		 The future is Realtime	
 for mobile applications.	 Catberry.js	 A Node.js HMVC framework for epic apps!	 ACTIONHERO.JS
	 Nodal		 Fortune.js



Noot: Mean is niet langer de enige die een fullstack framework aanbiedt voor javascript:

<a href="https://www.meteor.com/">https://www.meteor.com/</a>	<a href="http://deployd.com/">http://deployd.com/</a>	<a href="http://derbyjs.com/">http://derbyjs.com/</a>	<a href="http://sailsjs.org">http://sailsjs.org</a>
 Full stack JS apps for mobile and desktop	 to build API's	 to build fullstack JS realtime (collaboration) apps	 to build MVC nodejs apps with any database, any front library
Angular, Mongo, Cordova, React, GraphQL, npm	Mongo, nodejs,	Npm, browserify, nodejs, Mongo, Redis	Nodejs, socket.io, express, Grunt

Bovenstaande frameworks zijn bedoeld voor cliënt/server apps.

Daarnaast groeit het aantal frameworks voor javascript NATIVE apps al evensnel. Meestal wordt **NWJS (Node-webkit)** of Electron hiervoor gebruikt. Deze frameworks zorgen ervoor dat je alle node modules kan oproepen binnen het DOM. Applicaties hiermee aangemaakt zijn bvb. de texteditor <https://atom.io/> , het message systeem <https://slack.com/> , interactive IDE <https://code.visualstudio.com/>



## 15.2 Node Waarom express?

We weten reeds dat het gebruik van middleware ons programmeerwerk verlicht. Connect voorziet verwerkingsmogelijkheden voor http request en response, net zoals ook het "express" framework dit doet. Maar express kan meer.

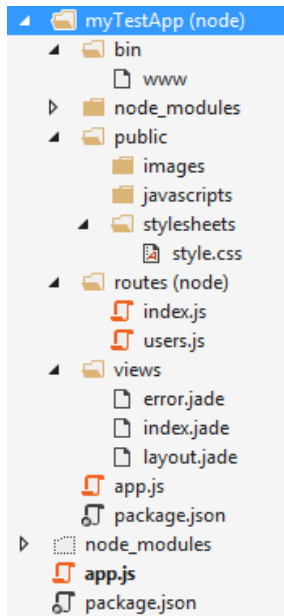
*Express is een webapplicatie framework voor node dat een oplossing aanbiedt voor alle low level code nodig om deze nodeapplicatie op te zetten. Express is te beschouwen als een klein MVC framework voor nodejs dat (REST) routing afhandelt en callbackfuncties hierbij ophaalt. Zelf beschikt express over een router. De routingsinstructies zijn vergelijkbaar met controller acties in het MVC-patroon. De HTML-pagina's zijn natuurlijk de views. Hierbij kan Express ook overweg met HTML-engines (default: jade) en CSS-preprocessor templates (default: less).*

Documentatie van Express is te vinden op: <http://expressjs.com/>  
Storify en MySpace maken onder andere gebruik van het Express framework.

Zoals hogervermeld, bestaan naast Express nog frameworks voor node. Elk van deze frameworks richt zich op een specifiek toepassingsdomein (vb. Mojito voor mobiele apps) maar elk framework maakt gebruik van het MVC-patroon.

## 15.3 Opbouw van een express applicatie:

1. Installeren van express:  
`npm install -g express --save`
2. Na het installeren van de express module kan een skeleton applicatie gevormd worden ( 7 directories en 9 files) . Dit kan zowel via de "Express generator" als via een IDE.



```
D:\TEMP\NodejsConsoleApp1>express -h
Usage: express [options] [dir]
Options:
  -h, --help            output usage information
  -V, --version          output the version number
  -e, --ejs              add ejs engine support (defaults to jade)
  -e, --hbs              add handlebars engine support
  -H, --hogan            add hogan.js engine support
  -C, --css <engine>   add stylesheet <engine> support (less|stylus|
                        ts to plain css)
  --git                 add .gitignore
  -f, --force            force on non-empty directory
```

- a. Express skeleton applicatie aanmaken via een node command en de "Express application generator" :

npm init npm install express --save	maakt package.json aan via aanbevelingen zorgt voor een lokale express installatie
npm install express-generator -g express -h express myTestApp cd myTestApp && npm install SET DEBUG=myTestApp:* & npm start	globaal installeren van de generator help voor express maakt het skeleton aan in de map myTestApp installeert alle dependancies run TestApp

- b. Express skeleton applicatie aanmaken via NTVS:  
Via NTVS kan een leeg express project aangemaakt worden. Bij aanmaak zal VS een reeks modules installeren (terug te vinden in package.json). De modules samen met hun dependencies worden opgehaald en geïnstalleerd.

3. Entry point: app.js

app.js is het entry punt van de applicatie. In app.js worden afhankelijke modules toegevoegd met "require", middleware wordt opgehaald met "app.use(myMiddelware())" en "app.set(key, value)" zorgt voor een basis configuratie. Daarna staat de Express server klaar om te

luisteren op de ingestelde poort (`app.set('port', process.env.PORT || 3000);`

Bij connect werd de server als volgt aangemaakt:

```
var connect = require('connect')
var app = connect();
app.listen(3000) // zelfde als http.createServer(app).listen(3000);
```

Voor express is dit gelijkaardig :

```
var express = require('express'); //in app.js
var app = express(); // express.createServer() uit
var server= createServer(app) ; // in www met app dependency
server.listen(3000)
```

Het listen event wordt pas uitgevoerd nadat alle andere (app) methoden als correct geëvalueerd werden. De middleware methoden, via dependency aangebracht, omvatten o.a. bodyParser, logger, cookieParser en natuurlijk express zelf.

Intussen wordt aan Express5 gewerkt. De documentatie voorziet telkens een migratie guide van een bestaande versie naar de nieuwe. Info over versie 5:  
<http://expressjs.com/en/guide/migrating-5.html>

#### 4. Express.Router():

In app.js worden een aantal belangrijke taken geïnitieerd zoals de routing. Natuurlijk gebeurt dit op een asynchrone manier.

```
var index = require('./routes/index');
app.use('/', index); zorgt voor routings terug te vinden in de file index.js.
Deze index.js file maakt gebruik van de express.Router() via
var router = express.Router();
```

Om de routes te configureren worden event listeners gebruikt. Deze listeners worden niet rechtstreeks toegevoegd aan het request object van node, maar dit gebeurt met de express methoden en de express.router(). Deze router kan rechtstreeks de http verbs (get, post ...) accepteren. Best handig!

Vb.:Bij ontvangst van een get request komt het path als eerste argument. Door in app.use() een extra stap toe te voegen (`app.use('/extra/', routes);`) worden alle routes voorafgegaan door `/extra/`. Ieder path van deze routing komt m.a.w. terecht in de namespace `'extra'`.

Dit path kan als een URL opgegeven worden maar ook als een reguliere expressie.

```
router.get('/', function(req, res) {
  //stuurt automatisch de header mee. Was manueel werk bij nodejs
  res.send('Welkom op de root van de applicatie')
})
router.get('/Welcome', function(req, res) {
  res.send('<h3>Welkom bij EXPRESS</h3>')
})
//ophalen van benoemde parameters zoals productID kan m.b.v. een dubbel
punt
//opvragen kan via req.params object
router.get('/products/:productID', function(req, res) {
  // stuurt automatisch de header mee
  res.send('Gevraagd product is' + req.params.productID)
})
```

bij editering:

`router.get('/edit/:id', (req, res) -> met een callback functie res.send('iets' + req.params.id)`

5. Enkele routing voorbeelden. Hierbij wordt ipv de send methode de render methode opgeroepen van het response object. De render methode gaat op zoek naar een view en laat toe om data (of een model) mee te geven. De send verstuurt tekst als html.

Foutpagina oproepen	<code>router.get('/error', function (req, res) {   res.status(500);   res.render('error'); });</code>
Extra context meegeven zoals een cookie of een session kan via het request object (req)	<code>router.get('/userPreference', function (req, res) {   res.render('preferences', {     userColor: req.cookie.usercolor,     userName: req.session.username,   }); });</code>
Negeren van layout pagina	<code>res.render('specialLayout', { layout: null });</code>
Optionele routing stap wordt met een ? aangeduid.	<code>router.get('/:page/:admin?', function (req, res) {   var admin = req.params.admin;   if (admin) { . . . . } });</code>
Ook wild characters kunnen gebruikt worden.	<code>router.get('/:page/*', function (req, res) { })</code>

6. Express maakt gebruik van zijn eigen middleware om static files aan te brengen in een default map 'public':  
`app.use(express.static(path.join(__dirname, 'public')));`

Dit zorgt ervoor dat files in de public map behandeld worden als statische files. Maak je in de map public een map images, dan worden de images opgehaald met een `src='/images/imgName.jpg'`. Let op de absolute adressering zonder punt.

7. Index.js in de map routes.  
Het response object in de router files is door de middleware uitgebreid met de render methode. Deze render methode laat toe om met een javascript object databinding te realiseren met data in de views folders.

```
res.render('index', {
  'title': 'Express'
})
```

In de views wordt deze data opgehaald met een spoorwegteken en accolades: `#{{title}}`

8. View template engine: index.jade: <http://jade-lang.com/>  
Express laat het gebruik van willekeurige template engines toe.

- a. Zonder template engine (een html pagina of een html element):

Ref: <http://expressjs.com/4x/api.html#res>

`//Werken met HTML pagina's (vanaf express 4.8) met een absolute path`  
`//__dirname returnt "routes" map.`

```
res.sendFile("index2.html", { root: path.join(__dirname, '../public') });
//of : res.sendFile( path.join(__dirname , '../public/index2.html'));
```

```
//Werken met HTML elementen
res.send('<p>Hier HTML </p>');
```

Initialiseren van de mappen voor script, stylesheets, images kan met :

```
app.use("/styles", express.static(__dirname +
'/public/stylesheets'));
```

- b. Met een template engine:



```
res.render('index'
Express maakt default gebruikt van jade als view engine.
app.set('view engine', 'jade');
```

De map waar de views staan wordt eveneens gedefinieerd in app.js met

```
app.set('views', path.join(__dirname, 'views'));
```

Een basis HTML layout ( master layout voor alle pagina's) is gedefinieerd in layout.jade. De expressie "block content" (in layout.jade maar ook in de andere jade files) toont waar de specifieke pagina inhoud terecht komt.

```
block content
```

9. Er wordt veel gebruik gemaakt van Stylus als CSS preprocessor (optioneel):  
<https://learnboost.github.io/stylus/>



Importeer het stylus pakket in je project ( npm install stylus --save)

De Stylus files met suffix .styl zijn terug te vinden in de map public>> stylesheets door:

```
app.use(require('stylus').middleware(path.join(__dirname, 'public')));
```

De bovenstaande instructie MOET wel het definiëren van de static map vooraf gaan.

In dezelfde map wordt tijdens het starten van de app de styl files gerendered naar een gelijknamige css file. Wijzigingen die je aanbracht in de css file worden hierbij overschreven.

Noot: express wordt nog regelmatig aangepast. Een update kan op een applicatie uitgevoerd worden via: "npm update -g express". Ook de generator, die het basis website skelet aanbrengt met templates, kan aangepast worden met "npm update -g generator-express". Dit is vooral nuttig mocht je express global op je server geplaatst hebben.

## 15.4 View Engine (Jade , Pug)

Pug is de nieuwe naam voor Jade. De suffix van de files wordt dan ook .pug in plaats van .jade

Express voorziet een aantal verschillende view template engines. Geen echte voorkeur. Veel gebruikte: EJS en Jade.

- Jade : <http://jade-lang.com/> of Pug: <https://pugjs.org/>  
Sedert augustus 2016 is een tweede versie van Pug beschikbaar.
- EJS: <http://blog.imaginea.com/ejs-with-node-js/>

Naar conventie worden de Views default in de "views" folder geplaatst. Partial views komen meestal in een subfolder "partial" van "views" terecht.

Dedicated karakters in de views tonen waar de javascript variabelen ( lees viewmodel data) moeten toegevoegd worden. Om een onderscheid te maken tussen het versturen van een response ( res.send()) en het verwerken van een view template wordt res.render() gebruikt. De instructie res.render() verzorgt de template binding.

We kiezen Jade omdat het iets meer gebruikt wordt dan EJS bij node. De basis principes van Jade zijn de volgende:

1. Door het inspringen van de tekst wordt de HTML boom opgebouwd. Inspringen gebeurt met spaties of met tabs. Beide systemen mogen/kunnen niet(!) gemixed worden!
2. Html tags worden zonder het teken < of > geschreven. Attributen komen tussen haakjes.  
`input(id="inpClient", type="text")`
3. Commentaar: commentaar kan met `//` of `<!-- -->`  
Commentaren aangemaakt met `//` zijn niet zichtbaar in de gerenderde HTML
4. Met `#{ }` wordt een aangeboden model gerendered: `#{header} #{user.username}`  
Met `#` zonder accolades wordt een div aangemaakt met de tekst als id:  
`myId` rendert als `<div id="myId"></div>`  
Met een punt `.` wordt een div aangemaakt met de tekst als class  
`.myClass` rendert als `<div class="myClass"></div>`
5. Met het gelijkheidsteken, gevolgd door spatie, wordt een variabele opgehaald: `h1= title`
6. "Niet gelijk aan" als `!=` haalt een variabele op *zonder te escaperen* ( om bijvoorbeeld de html tags weer te geven van een partial template). Dit wordt ook gebruikt om in een dynamisch gegenereerde tekst de breaks (`<br />`) te renderen. Default worden alle tags door Jade geëscaped voor veiligheidsredenen.  
vb: `!= errorString` waarbij de `errorString` aangemaakt werd in de router.
7. Koppelteken (-) laat toe javascript te schrijven: `- for(var username in users) { }`
8. Linken van externe files zoals javascript:  
`script(src="/javascripts/chat.js")`
9. Inline script invoegen, kan door een punt na script :  
`script.`  
`var userID = "#{userID}";`
10. Een directive voor het toevoegen van basis layout: `extends ../layout.`  
In `layout.jade` gebeurt het inserteren via: `block content`
11. Het gebruik van partials kan op twee manieren:
  - a. via partial:  
`!= partial(template file name/options')`  
De `!=` zorgt dat de inhoud als HTML gerendered wordt (unescaped) .  
  
Een `!` zonder het gelijkheidsteken zorgt dat HTML (tags, tekens) niet geëncodeerd worden maar als tekst worden weergegeven.
  - b. via include:  
`include ../includes/footer`

12. Het omgekeerde van `include` is `is extend`. Dit laat toe om vanuit een pagina "html block delen" te sturen naar bijvoorbeeld de layout pagina:  
`extend layout`
13. Concateneren doe je met het `+` teken of met het `#` teken. De `+` wordt gebruikt in code (javascript). Het `#` wordt gebruikt in HTML en rendert de inhoud:  
Met `+`: `info = myData[student].name + " uit " + myData[student].city`  
Met `#`: `div De naam is : #{myData[student].name}`
14. Meer info : <http://jade-lang.com/reference/>

Noot: Jade kan ook gebruikt worden op front-end (in de browser) en op de server. Hiervoor gebruik je een library zoals jade-browser (<https://www.npmjs.org/package/jade-browser>) , waarbij server side templates aan de browser bezorgd worden.

## 15.5 CRUD: Users toevoegen via een webform met express

Als oefening voegen we users toe aan de standaard express app. Voorlopig maken we de applicatie volledig in het geheugen met een json file en zijn de user gegevens niet persistent. De json file, wordt dus niet overschreven om aangebrachte wijzigingen te bewaren.

1. Op root niveau wordt een map "data" aangemaakt met daarin een users.json file.

```
{
  "johan": {
    "username": "Johan",
    "name": "Vannieuw",
    "profession": "docent"
  },

  "lambik": {
    "username": "Lambik",
    "name": "Vandersteen",
    "profession": "student"
  }
}
```

2. routes/user.js:

De routes plaatsen we niet in de app.js file (!) maar wel in een user.js file onder de map routes. Zo blijft alles overzichtelijker en blijft ook app.js leesbaar.

Om alle users op te vragen roep je de deze file op en pas je de routing aan.:

```
var users = require('../data/users.json');
```

Bemerk de adressering voor de router, die verder bouwt (concatineert) op de configuratie `app.use('/users', users)` uit app.js. De volledige URL wordt hierdoor

`http://localhost:****/users/`:

Het oproepen van *de view* gebeurt relatief (*start niet met /*) en concatineert met de ingestelde views map. Hier wordt de file `views/users/index` opgehaald

```
router.get('/', function (req, res) {
  res.render('users/index', { title: 'Users', users: users });
});
```

3. Het opstarten van de website gebeurt logischer wijze bij de root (of index) van de website. Volgende instructie zorgt dat de index actie van routes bereikt wordt:

```
app.use('/', users);
```

Je kan di ook opstarten vanuit de root (/) door een redirect te gebruiken:

```
res.redirect('/users');
```

4. Maak de map users aan in `view >> map users`. Daarin komt de template `index.jade` met het overzicht van alle users onder de vorm van links. Bovenaan komt een link om een nieuwe user toe te voegen. Let op een juiste inspruing (tabs), anders zal jade verkeerd nesten. Schrijf zonder spaties. Zorg ook dat met `encodeURIComponent()` script injectie verhinderd wordt.

```
extends ../layout
```

```
block content
  h1= title
  p
    a(href="/users/new") Maak een nieuwe gebruiker aan.
  ul
    - for(var user in users) {
      li
        span= users[user].username
        span &nbsp;
        a(href="/users/" +
          encodeURIComponent(user)) = " details "
    - };
```

Noot: Een verzameling kan ook met een "each" getoond worden:

```
ul
  each user in users.list
    h2 #{user.name}
```

5. Test met "localhost:\*\*\*\*/users" of je alle users te zien krijgt en de routing zijn werk doet.
6. De routing in `routes>>user.js` om het detail van één gebruiker op te vragen ziet er als volgt uit. Let op het dubbele punt zodat willekeurige namen geaccepteerd worden. Bij url's waarbij een variabele inhoud kan meegegeven worden spreekt men vaak over "variable url's".

```
router.get('/:name', function (req, res, next) {
  var user = users[req.params.name];
  if (user) {
    res.render('users/details', { title: 'User profile', user: user });
  } else {
    next();
  }
});
```

Noot: Ook een verzameling (i.p.v. een enkelvoudig object) kan meegestuurd worden in `render`. Volgende fictieve code zou bijvoorbeeld toelaten om alle users die docent zijn (of een ander beroep, vermeld in de url) door te sturen naar een view:

```
var parts = req.originalUrl.split('/');
var profession = parts[parts.length - 1];
res.render('users/profession', {
```



```

        users: {
            list: users[profession],
            profession: profession
        }
    });

```

7. In `views>>users>>details.jade` wordt het detail van de user getoond.

```

h1 gegevens voor <i>#{user.name}</i>
p #{user.username} met beroep #{user.profession}

```

Vul dit eventueel zelf verder aan met een foto en voeg een terug link toe.

8. Voeg de routing toe voor een nieuwe user:

```

router.get('/new', function (req, res) {
    res.render('users/create', { title: "New User" });
});

```

Let op waar je precies de routing toevoegt! *De routings worden één na één overlopen van bovenaan je code tot onderaan.* De eerste match wordt uitgevoerd (Dit is javascript).

9. Maak een `users>>create.jade` template ervoor aan. Dit is een post formulier. Vergeet `extends` en `block` niet, met bijgevolg een extra indent voor de form tag.

```

form(method="POST", action="/users/new")
  p
    label(for="username") Username<br />
    input#username(name="username")
  p
    input(type="submit", value="Create")

```

10. De uitwerking van de POST om een nieuwe user toe te voegen vraagt de verwerking van form data. We gebruikten reeds middleware hiervoor, maar express zelf voorziet ook zijn gekozen middleware hiervoor. Hiertoe roept `app.js` reeds de `bodyParser` en nodige middleware functies op:

```

var bodyParser = require('body-parser');
app.use(bodyParser.json());
app.use(bodyParser.urlencoded({ extended: false }));

```

11. Vul de routes `user.js` aan voor deze POST en test uit:

```

router.post('/new', function (req, res) {
    if (users[req.body.username]) {
        res.send('Conflict', 409);
    } else {
        users[req.body.username] = req.body;
        res.redirect('/users');
    }
});

```

Noot: Krijg je in Express3 een 500 fout “cannot read property of undefined” dan doe je vermoedelijk de `require('/routes/user')(app)` nog vóór je de `bodyParser` middleware oproept. Hierdoor ontbreekt de middleware in je app (`req.body` is undefined)

12. Op de details pagina voegen we een delete knop toe; Bemerk hoe de delete methode kenbaar gemaakt wordt via het `_method` attribuut.

```
form(action="/users/" + encodeURIComponent(user.username), method="POST")
  input(name="_method", type="hidden", value="DELETE")
  input(type="submit", value="Delete")
```

13. In `routes>>user.js` gebeurt de delete verwerking.

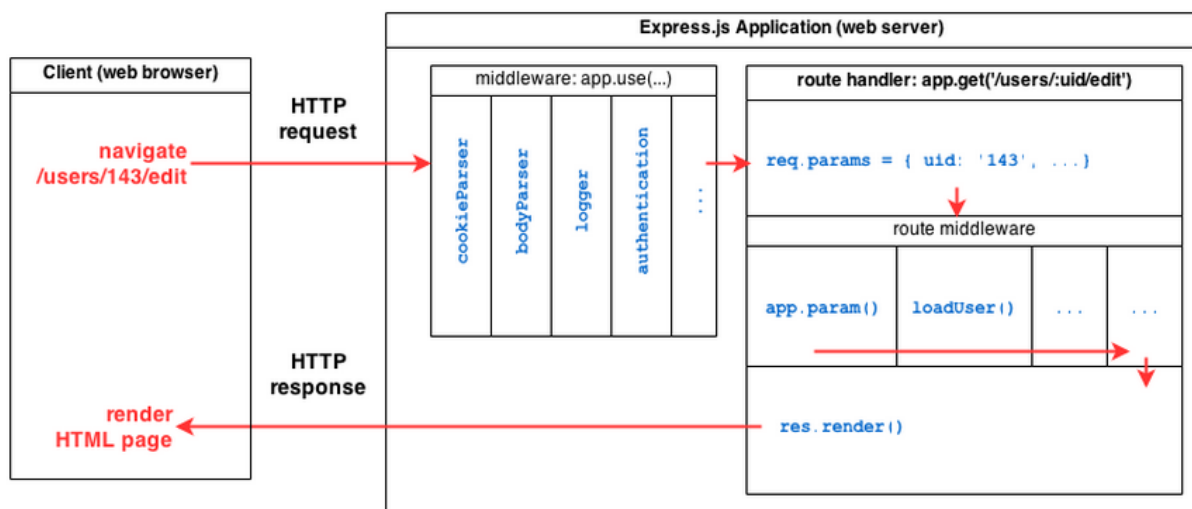
Pas op: "delete" is een PRESERVED word in javascript ( gebruik bijvoorbeeld "del"). In express werd dit naam probleem opgelost door de router te voorzien van een delete (`router.delete(function (req, res, next) { }`)

De router herkent echter alleen zijn delete wanneer die gestuurd wordt via XMLHTTP. Hierdoor zijn we bij HTML5 forms ( waar momenteel PUT en DELETE in de spec in vraag gesteld worden) aangewezen op een universele oplossing met POST en een manueel toegevoegde `_method` formdata met waarde "DELETE" of "PUT"..

```
router.route('/:name').post(function (req, res, next) {
  var userName = req.params.name.toLowerCase();
  if (users[userName]) {
    switch (req.body._method) {
      case "DELETE":
        delete users[userName];
        break;
      case "PUT":
        users[userName] = req.body;
        break;
      default:
        next();
    }
    res.redirect('/users'); ;
  }
});
```

14. Optioneel: Zorg voor het editeren van een user via een PUT request.

## 15.6 Express en middleware



Middelware wordt toegevoegd als argument aan de constructor en zorgt voor een extra bewerking,

voorafgaand aan de callbackfunctie. Bij express kan middleware toegevoegd worden aan de methodes `app.get()`, `app.post()`, `router.get()`, `router.post()` .... vanaf het tweede argument (eerste argument bevat router expressie). We houden de callbackfunctie steeds als laatste element. Het request object wordt gebruikt als container voor het bijhouden van data.

Voorbeeld waarbij een `req.content` aangemaakt wordt vanuit een tekst file:

```
//Module middleware.js in de routes map -----
fs = require('fs');

var middleware = function(req, res, next) {
  //dirname returnt application root
  fs.readFile( './data/Test.txt', function( err, data) {
    req.content = data;
    next();
  });
};
module.exports = middleware;

//routing die gebruikt maakt van middleware.js-----
//eerst wordt de middleware gerund, daarna gaat get verder met de callback
app.get('/readFile', middleware, function(req,res) {
  res.send("Dit is de tekst via middleware : " + req.content );
});
```

Test dit en zie of je de inhoud van de tekstfile in de webpagina krijgt.

Middleware wordt zo vlot ingeschakeld bij bvb. een post voor extra validaties:

```
app.post('/products/:id', authenticateUser, validateProduct, addProduct);
function authenticateUser(req, res, next) {
  //authenticatie
  next()
}
function validateProduct(req, res, next) {
  //validatie
  next()
}
function addProductr(req, res, next) {
  //toevoegen aan file of database
}
```

De techniek wordt ook regelmatig gebruikt voor foutafhandeling, waarbij een error meegegeven wordt naar een default aanwezige error handler ( `new Error()`). Zonder de handler breekt de site. Met de handler kan de fout opgevangen worden.

```
app.get('/doeIets', function (req, res, next) {
  //bij fout
  next(new Error('oproep vd error handler'));
  res.send("om het even");
});

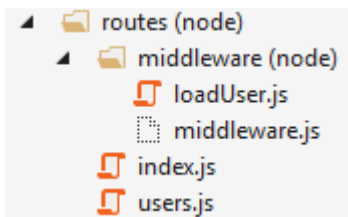
//custom error handler
app.use(function (err, req, res, next) {
  console.error(err.stack);
  res.send(500, 'Er gebeurde een server fout');
});
```

In `app.js` wordt om die reden ook de default error handler opgeroepen NA de geconfigureerde routes.

```
app.use(function (req, res, next) {
  var err = new Error('Not Found');
  err.status = 404;
  next(err);
});
```

## Oefening: update van de user uitwerken met loadUser middleware

1. Vervolledig de user toepassing met een update (\_method put) mocht dit nog niet gebeurd zijn.
2. Maak onder de routes een map middleware aan met daarin de file "loadUser.js":



3. Een te exporteren (!) middleware methode retournt het volledige user object op basis van zijn key:

```
function loadUser(req, res, next) {
  var user = req.user = users[req.params.name.toLowerCase()];
  if (!user) {
    res.send('Niet gevonden of onbestaande gebruiker', 404);
    next();
  } else {
    next();
  }
}
```

Noot: vergeet niet om in te laden en loadUser te exporteren.

4. Zorg dat de editering van een user de middleware gebruikt.  
router.get('/:name', loadUser, function (req, res) { . . .
5. Pas deze middleware ook toe op andere CRUD acties waar de user opgehaald wordt. Zo ben je zeker dat de actie pas kan als de user wel degelijk bestaat.

## 15.7 EventEmitter in Express

Eventemitters komen vooral van pas in grotere projecten om een andere module op de hoogte te brengen van een getriggert event. Zoals reeds gezien, wordt een constructor object een event emitter door ervan te erven; modules kunnen dan weer uitgebreid worden met een speciaal event. Veel modules van derden zijn reeds in basis een event emitter. Zo ook het "app" Express object dat op zichzelf een EventEmitter is. Maak hier handig gebruik van om informatie te verspreiden over de volledige toepassing. Het app object is bovendien ook beschikbaar binnen het "response" object via res.app:

```
res.app.emit('upload_done', originalFilename)
```

```
app.on('upload_done', function (filename) {
```

```
    console.warn("The image " + filename + " has been uploaded.")
  })
```

## 15.8 Oefeningen met Express

### Oefening: Meer met opmaak (stylus en bootstrap):

1. Toevoegen van css link:

Dit gebeurt natuurlijk in de layout pagina.

Stylesheets in de head:

```
link(rel='stylesheet', href='/stylesheets/style.css')
```

2. De css style sheet kan met stylus gescaffold worden vanuit een \*.styl file. De syntax van een \*.styl file is identiek aan de jade syntax. Bij het opstarten zorgt style ervoor dat de CSS file in de achtergrond aangemaakt wordt.

Stylus is geïnspireerd op SASS. Meer info: <http://learnboost.github.io/stylus/>

Een tabel via styl kan er bvb. als volgt uitzien:

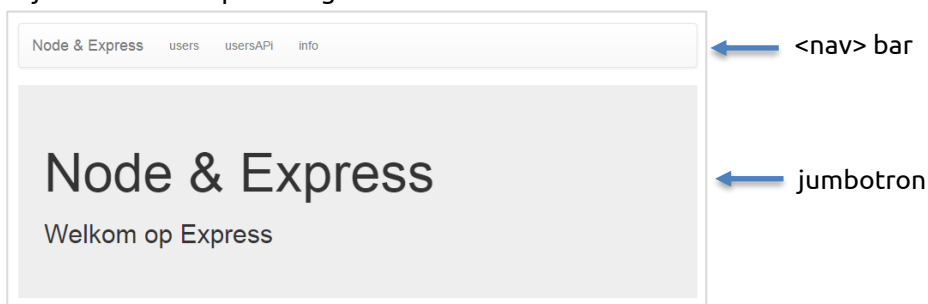
```
table
  background:#CCC;

  th
    background:#EEE;
    padding:10px 20px;
    text-align:center;

  tbody
    padding:0; margin:0;

    td
      background:#FFF;
      padding:5px 10px;
      text-align:center;
```

3. Wil je liever gebruik maken van bootstrap, dan kan bootstrap opgeroepen worden in de layout.jade pagina. Dit geeft ook de gelegenheid een <nav> bar toe te voegen, waarbij de stijl door bootstrap verzorgd wordt:



- a. Voeg in de head de files van bootstrap toe. Je kan ze downloaden of een CDN gebruiken.

```
script(src='//cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/twitter-bootstrap/3.2.0/js/bootstrap.min.js')
```

```
link(rel='stylesheet', href='//cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/twitter-bootstrap/3.2.0/css/bootstrap-theme.min.css')
```

```
link(rel='stylesheet', href='//cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/twitter-bootstrap/3.2.0/css/bootstrap.min.css')
```

Noot: ook via npm kan bootstrap geïnstalleerd worden met inbegrip van een startproject: <https://www.npmjs.org/package/twitter-bootstrap-node>

- b. Maak een block aan met daarin de navbar. Respecteer de indentation (inspringing); Dit is stylus :

```
block navbar
  nav(class='navbar navbar-default', role='navigation')
    .container-fluid
      .navbar-header
        button(class='navbar-toggle', data-toggle=.
```

Voor de rest van de code die je kan omzetten naar jade, zie :  
<http://getbootstrap.com/components/#navbar>

- c. Maak gebruik van blocks om meer flexibiliteit te hebben. Voeg bijvoorbeeld een block pageTitle toe. In de jade file kan je daarin de bootstrap classes toepassen.

```
block pageTitle
  .jumbotron
    h1= title
```

- d. Om partial views in te laden kan je gebruik maken van include. Denk eraan dat je ook een jade file kan maken met raw html.

```
block footer
  include footer.jade
```

4. Om de site mobieler te maken voegen we een viewport toe aan layout.jade. Bootstrap doet verder het nodige bij kleinere schermen en klapt het menu samen.

```
meta(name='viewport', content='width=device-width, initial-scale=1.0')
```

## Oefening: Meer met javascript (REST service en ajax calls)

De pagina's worden gerendered door express met het commands zoals

```
res.render('users/index', { title: 'users', users: users })
res.send('Conflict', 409)
```

In plaatst van de pagina's volledig te renderen kunnen we ook gebruik maken van XMLHTTP, waarbij de cliënt een REST of AJAX-call uitvoert. In dit geval dient de server een REST api te voorzien voor de users behandeling.

De routes voor de REST API brengen we in een afzonderlijke file, die we kenbaar maken in app.js:

```
var usersAPI = require('./routes/usersAPI.js')
app.use('/api/users', usersAPI);
```

De server moet nu json versturen (of XML) Dit kan op twee manieren:

```
res.json(users); // express
of:
res.end(JSON.stringify(users)); //raw javascript
```

Uitwerken van de routings:

Maak op de server de nodige api routings(= een api controller 'usersAPI.js') aan voor de CRUD acties:

```
//---- API controller
router.get('/', function (req, res) {});
router.get('/details/:name', function (req, res) {});
router.delete('/delete/:name', function (req, res) {});
router.post('/create', function (req, res) {});
router.put('/update', function (req, res) {});
```

Typisch bestaat de routing uit 4 delen:

- Haal de nodige informatie op uit de url ( bvb. req.body)
- Zorg voor server validatie (mocht cliënt validatie disabled zijn)
- Pas de collectie aan ( array, json list, database)
- Stuur een http response (in JSON!) terug naar de cliënt met het resultaat.

Voorbeeld bij een read actie:

```
router.get('/', function (req, res) { res.json(users);})
```

Voorbeeld bij een post actie:

```
router.post('/api/users/create', function (req, res) {
  //1. user info ophalen vanuit request
  var formData = req.body;
  var user = {};
  user.email = formData.email;
  user.username = formData.username;
  user.profession = formData.profession

  //2. validatie aan server kant
  if (typeof user.username === "undefined") {
    res.statusCode = 400;
    res.send(" een gebruikersnaam is verplicht");
  }

  //3. json collectie aanvullen indien nieuwe user
  if (users[user.username]) {
```

```

    res.send('Conflict', 409);
  } else {
    users[user.username] = user;
    //4. cliënt HTTP message als json
    res.send({msg:user.username});
  }
});

```

### De client zorgt met javascript voor ajax calls.

Een browser cliënt heeft javascript nodig om de REST service op te vragen. We kunnen gebruik maken van jQuery. Voor performantie redenen kies je wel beter voor raw javascript en hete browser XMLHttpRequest.

Uitwerking met jQuery:

1. Toevoegen van (CDN) javascript voor AJAX:  
jQuery in de head (mocht je jQ willen gebruiken)  
`script(src='http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/2.0.3/jquery.min.js')`

Javascript als laatste in de body om de GUI thread niet te onderbreken:

`script(src='/javascripts/index.js')`

Noot: jQuery of een customised versie van jQuery met enkel de nodige modules kan ook geïnstalleerd worden via npm: <https://www.npmjs.org/package/jquery>.

2. Het gebruik van namespaces voor client script is sterk aangeraden (zometer verplicht) omdat de volledige toepassing in javascript gemaakt is. Globale variabelen kunnen snel de scope vervuilen of voor collision zorgen. Een namespace aanmaken volgens het module pattern kan ook hier voor de oplossing zorgen en ziet er deels als volgt uit:

```

var client.api = {};
client.api = (function () {
  //blijft local binnen de client.api namespace
  var start = $(document).ready(function () { ... });
  return {
    //is een global javascript object binnen de namespace
    start: start
  }
})();

```

`client.api.start;`

3. Het ophalen van de users met cliënt ajax calls gebeurt bvb. met jQuery als volgt  
`$.getJSON('/api/users/', function (data) {`  
`var tableRows = "";`  
`$.each(data, function () {`  
`tableRows += '<tr>';`  
`tableRows += '<td><b>' + this.username + '</b></td>';`  
`tableRows += '<td>' + this.email + '</td>';`  
`// . . . .`  
`tableRows += '<td><a href="#" rel="" + this._id + "">details</a></td>';`



```

    tableRows += '</tr>';
  });

// Tablerows toevoegen aan tbody
$('#userList table tbody').html(tableRows);

```

Deze routing kan verder op eenzelfde manier aangevuld worden met een create, update, delete. De express4 router herkent nu wel de put en delete verbs omdat er gebruik gemaakt wordt van XMLHTTP via \$.ajax calls.

Werk dit uit. Onderstaand voorbeeld maakt gebruik van <http://cwbuecheler.com/web/tutorials/2014/restful-web-app-node-express-mongodb/> maar dan voorlopig zonder een database.

[Maak een gebruiker aan](#)

### Gebruikers overzicht

gebruikersnaam	beroep	email			
johan	docent	johan@howest.be	<a href="#">delete?</a>	<a href="#">details</a>	<a href="#">update</a>
steven	docent	steven@howest.be	<a href="#">delete?</a>	<a href="#">details</a>	<a href="#">update</a>
george	student	superman@howest.be	<a href="#">delete?</a>	<a href="#">details</a>	<a href="#">update</a>