

# Deliver with Puppet

---

Anders Malmborg und Michael Haslgrübler

24. September 2012

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Iteratives Vorgehen bei der Entwicklung von Applikationen ist mittlerweile sehr verbreitet. Eine Iteration sollte mit neuer Funktionalität die Applikation erweitern. Die Implementierung und Konfiguration der neuen Funktionalität muss in der Iterationsphase Qualitätsgesichert werden. Zusätzlich zu UnitTests die einzelne Teile prüfen, sind Integrationstests mit einem laufenden Applikation zwingend - sei es automatisch oder manuell ausgeführte Tests.

Jede Applikation beinhaltet außerdem Konfigurationen, im banalsten Fall sind das Einstellungen für den Zugriff auf eine Datenbank, im komplexeren Fälle Schalter welche Teilfunktionalitäten aktivieren. Je nach den Konfigurationsmöglichkeiten können mehrere Installationen notwendig sein um die Funktionsweise sicherzustellen.

Für die Übersetzung, UnitTests und Paketierung der Applikation helfen Continuous Integration Systeme wie [? ]. Aber wie automatisiert man das nächste Schritt - die automatische Installation und Konfiguration auf ein bis mehrere Servers? Für diese Problemstellung haben wir uns nach einer Lösung umgesehen und mit Puppet einen gangbaren Weg gefunden.

[? ] und [? ] sind so genannte Configuration Management(CM) Lösungen. Zusammengefasst bietet ein CM-Lösung die Möglichkeit den erwarteten Zustand eines Systems (hier Server) zu beschreiben und bei Abweichungen Mechanismen um das System in den erwarteten Zustand zu versetzt.

Folgende Probleme wollten wir adressieren und dafür Lösungen finden:

- Automatische Installation und Konfiguration nach erfolgreichen Build im Jenkins.
  - trotz Paketierung in Web Archives (WARs) war bisher einige wenige Konfigurationen wie Datenbank-Parametern in Property-Dateien händisch einzutragen.
- Zentrale Definition welche Applikationen mit welcher Konfiguration wo (auf welche Servers) zu laufen haben.
- Neue virtuellen Servers sollten einfach von einem Basis-Image aufgesetzt werden und mit Puppet fertigkonfiguriert werden inklusive beispielsweise Apache und Tomcat.

Eine prekäre Situation, eine mehrere Teams entwickeln, unabhängig voneinander mit agilen Methoden, eine Vielzahl von modularen Frameworks und Applikationen. Mithilfe von [? ] wird stündlich kompiliert und integriert um sicherzustellen dass das alles auch zusammenpasst.

Jede Applikation beinhaltet außerdem Konfigurationen, im banalsten Fall sind das Einstellungen für den Zugriff auf eine Datenbank, im komplexesten Fall Schalter welche Teilfunktionalitäten aktivieren. Die Installation und Konfiguration gestaltet sich aber mit zunehmender Größe der Applikation jedoch so komplex, dass das initiale Setup einer Applikation schon Stunden dauern kann, auch wenn schon eine handvoll Scripts einen Großteil der Tätigkeiten automatisierten.

Eine Installation von der selben Anwendung sieht auf verschiedenen Maschinen unterschiedlich aus - <b>frei nach dem Motto</b>	Man kann außerdem davon ausgehen, dass die gleiche Installation von der selben Anwendung auf zwei Rechner unterschiedlich aussieht – frei nach dem Motto viele Wege führen nach Rom. Zusätzlich dazu sind die Anwendungen im
<b>viele Wege führen nach Rom - aber welcher ist der Beste?</b>	©2012, Anders Malmberg und Michael Haslgrübler

internationalen Einsatz, werden mehrsprachig getestet und betrieben und die laufende Entwicklung erweitert ständig die Funktionalität.

Kurz zusammengefasst, Veränderungen passieren am laufenden Band. Für die reine Softwareentwicklung ist Continuous Integration mit Jenkins und Co eine Toollandschaft entstanden welche das Problem löst. Für die Betriebsführung und Konfiguration haben wir uns nach einer Lösung umgesehen und mit [?] und [?] Wege gefunden dieser ständigen Veränderung habhaft zu werden.

## 1.2 Ziel

Ziel unserer Lösung, für die Betriebsführung und Konfiguration, sollte es sein, die aktuellen Entwicklungen an den Mann bzw. Server zu bringen, vollautomatisiert. In der Entwicklung heißt das in erster Linie Softwarecode der committed wird, der gebaut werden kann und die automatisierten Tests besteht soll auch deployed werden. Damit können wir gewährleisten bzw. überprüfen das die Software zu jedem Zeitpunkt einsatzbereit ist und nicht nur auf einem Entwicklungs-PC funktioniert.

Konfigurationsfehler durch Divergenz werden in allen Stages des Softwarelifecycleprozesses durch die Vollautomatisierung vermieden - **entweder funktioniert es überall oder nirgends**

Für die Qualitätssicherung heißt das, dass ein Softwarepaket einer Anwendung bei Übergabe von der Entwicklung nur einmal zentral hinterlegt werden muss und alle QA Server in allen möglichen Konfigurationsarten und Sprachen automatisch auf den neusten Stand der Anwendung gebracht werden.

Für den Produktiveinsatz heißt dass das auch hier alle Server auf Knopfdruck aktualisiert werden können und die Server einen definierten und bereits in QA getesteten Zustand sind und bleiben.

Um diese Ziele zu erreichen sind einige Veränderungen notwendig. In diesem Artikel möchten wir uns auf die notwendigen Änderungen im Entwicklungsprozess eingehen und wie wir diese mit Puppet umgesetzt haben.

## 1.3 Puppet Einführung

Puppet benutzt eine Domain-Specific-Language(DSL) um den Zustand eines System zu beschreiben. Der Code wird organisiert in Manifeste und Module.

Ein Manifest ist ein Puppet "Program". Module sind für die Puppet-EntwicklerIn ähnlich wie Libraries für eine Java-EntwicklerIn. Ein Großteil der Manifeste und Module mach die Definition von Ressourcen aus, eine Ressource ist ein

Für die Entwicklung von Puppet Module und Manifeste bietet sich [?] an. Geppeto bringt Code Completion und Syntax Highlighting mit und kommt als Standaloneapplikation oder als Plugin für eine bestehende Eclipseinstallation.

atomarer Typ eines Systems, es entspricht einer physisches Identität eines Computersystems. Ein Beispiel für eine solche Ressource, wäre ein Benutzer oder eine Datei. In , siehe. Listing 1 wird der Ressource user puppetdemo und dazugehörige Ressource file /home/puppetdemo definiert. Der Aufruf sudo puppet apply manifest/user.pp führt es aus und muss mit 'sudo' aufgerufen werden damit Verzeichnis und Benutzer angelegt werden können. Mit puppet resource user puppetdemo wird die Informationen zum neu angelegten Benutzer ausgegeben., siehe. Listing 2

```

1 $ cat manifest/user.pp
2 node default {
3   user {
4     'puppetdemo' :
5       ensure => present,
6       home => '/home/puppetdemo',
7       shell => '/bin/bash',
8   }
9   file {
10    '/home/puppetdemo' :
11      ensure => 'directory',
12      owner => 'puppetdemo',
13      group => 'puppetdemo',
14   }
15 }
16 $ sudo puppet apply manifest/user.pp
17 notice: /Stage[main]//Node[default]/User[puppetdemo]/ensure: created
18 notice: /Stage[main]//Node[default]/File[/home/puppetdemo]/ensure: created
19 notice: Finished catalog run in 0.36 seconds

```

Listing 1: User mit Puppet anlegen

```

1 user { 'puppetdemo':
2   ensure => present,
3   gid    => '1004',
4   home   => '/home/puppetdemo',
5   shell  => '/bin/bash',
6   uid    => '1002',
7 }

```

Listing 2: Anzeige der Benutzerinformation in Puppet

Eine Aufzählung der vom Puppet unterstützten Ressourcen wird mit `puppet resource` —types ausgegeben. Die Ressourcen sind im Core Types Cheat Sheet [http://docs.puppetlabs.com/puppet/3.0/core\\_types.html](http://docs.puppetlabs.com/puppet/3.0/core_types.html) gut beschrieben.

## 1.4 Testbox mit Vagrant

Für die Entwicklung und Tests von Puppet Modulen und Manifeste empfiehlt sich eine virtuelle Maschine. Puppet Labs stellt solche für VMware und VirtualBox zur Verfügung unter <http://info.puppetlabs.com/download-learning-puppet-VM.html>.

Eine andere Möglichkeit ist [?]. Vagrant ist eine Konfigurationstool für die Verwaltung von Virtuellen Maschinen mit VirtualBox. Es kann in weiterer Folge auch Puppet, Chef oder Shell Scripts benutzen kann um die virtuelle Maschine zu konfigurieren. Analog zu Virtualbox kann Vagrant via Paketmanager für Linux installiert werden oder von den entsprechenden Downloadseiten runtergeladen werden. Wir verwenden für diesen Artikel Vagrant.

Eine Liste mit vorgefertigten Vagrant Boxen gibt es übrigens auf <http://www.vagrantbox.es/>

Nachdem Vagrant und VirtualBox installiert worden sind, können wir eine Box zum Testen aufsetzen. In unserem Fall verwenden wir eine 64 Bit Version von Debian Squeeze. Diese wurde von uns für diesen Artikel neu erstellt und beinhaltet eine Minimalinstallation mit den für Vagrant üblichen Vorbereitungen: SSH Key Setup, VirtualBox Guest Additions, Puppet und Ruby. [http://vagrantup.com/v1/docs/base\\_boxes.html](http://vagrantup.com/v1/docs/base_boxes.html)

```

1 vagrant box add debian_squeeze_64 http://dl.dropbox.com/u/937870/VMs/squeeze64.box

```

Listing 3: Download der Vagrant Box

Nachdem dem Download steht uns jetzt die Vagrant Box `debian_squeeze_64` zur Verfügung. Nun können wir in ein beliebiges Verzeichnis wechseln und eine initiale Konfiguration basierend auf der Box anlegen, siehe. Listing 4.

```
1 vagrant init debian_squeeze_64
```

Listing 4: Vagrant initialisieren

Diese initiale Konfiguration beinhaltet alles an was Vagrant zum Konfigurieren und Starten der Maschine braucht, es sind keine weiteren Einstellungen mehr nötig und wir können diese starten, siehe. Listing 5.

```
1 vagrant up
```

Listing 5: Starten der Vagrant Maschine

Nachdem die virtuelle Maschine gestartet worden ist, können wir mit `ssh` einsteigen, siehe. Listing 6. Unter Windows ist dieser Befehl derzeit nicht verfügbar und man muss deshalb mit Tools wie [?] darauf zugreifen.

```
1 vagrant ssh
```

Listing 6: Mit ssh in der Vagrant Maschine einsteigen

Zum Aktivieren von Puppet müssen wir unseren Vagrantfile bearbeiten. Dieser liegt im Verzeichnis wo wir den Befehl `vagrant init` ausgeführt haben. Diese Datei beinhaltet bereits Einträge für Puppet, welche jedoch auskommentiert sind. Nach dem entfernen der Kommentarzeichen für die Sektion `config.vm.provision :puppet`, tragen wir unter `puppet.manifests_path` und `puppet.module_path` ein wo unsere Manifeste und Module liegen. Als `puppet.manifest_file` tragen wir `user.pp` ein. Zum Testen von einer späteren Apache-Installation wird Port 6400 im Host auf Port 80 im Guest weitergeleitet: `config.vm.forward_port 80, 6400`. Das ganze sollte dann in etwa wie in Listing 7 aussehen.

```
1 config.vm.forward_port 80, 6400
2 config.vm.provision :puppet do |puppet|
3   puppet.manifests_path = "~/git/puppet-demo/puppet/manifests"
4   puppet.module_path = "~/git/puppet-demo/puppet/modules"
5   puppet.manifest_file = "user.pp"
6 end
```

Listing 7: Puppet Provisioning in Vagrantfile konfigurieren

Bei dieser Änderung müssen wir den Box neu laden, da geteilte Verzeichnisse nur beim Starten des Hosts erkannt und automatisch gemounted werden. Zusätzlich dazu wird nun beim Starten das Provisioning durch Puppet mit den Anweisungen aus `user.pp` durchgeführt. Mit `puppet ssh` steigen wir und verifizieren dass der User 'puppetdemo' mit Home-Verzeichnis `/home/puppetdemo` vorhanden ist, siehe. Listing 8.

```
1 vagrant reload
2 notice: /Stage[main]//Node[default]/User[puppetdemo]/ensure: created
3 notice: /Stage[main]//Node[default]/File[/home/puppetdemo]/ensure: created
4 notice: Finished catalog run in 0.35 seconds
5
6 $ vagrant ssh
7 Welcome to your Vagrant-built virtual machine.
8
9 $ sudo su - puppetdemo
10 puppetdemo@precise32:~$ pwd
11 /home/puppetdemo
```

Listing 8: Vagrant Box neu laden

Die Vagrant Boxen werden unter Unix in installiert. `$HOME/.vagrant.d/boxes` Falls man dies ändern will kann man die Umgebungsvariable `VAGRANT_HOME` setzen:

```
export VAGRANT_HOME=
$HOME/vagrant_home
```

Mit vagrant provisioning kann das Puppet Manifest erneut ausgeführt werden. Ohne Änderungen im Manifest oder in der virtuellen Maschine passiert nichts. Würde der Benutzer puppetdemo zum Beispiel entfernt, wird er wieder beim nächsten Provisionvorgang wieder angelegt. Will man das Puppet Manifest in der virtuellen Maschine ausführen, ist der puppet.manifests\_path als /tmp/vagrant-puppet/manifests gemounted, siehe. Listing 9.

```

1 $ sudo puppet apply /tmp/vagrant-puppet/manifests/user.pp
2 No LSB modules are available.
3 notice: Finished catalog run in 0.04 seconds
4 $ sudo deluser puppetdemo
5 Removing user 'puppetdemo' ...
6 Warning: group 'puppetdemo' has no more members.
7 Done.
8 $ sudo puppet apply /tmp/vagrant-puppet/manifests/user.pp
9 No LSB modules are available.
10 notice: /Stage[main]/Node[default]/User[puppetdemo]/ensure: created
11 notice: Finished catalog run in 0.39 seconds

```

Listing 9: Puppet apply im Box

Vagrant kann wie VirtualBox die Maschine stilllegen mit vagrant suspend bzw mit vagrant resume wieder fortsetzen. Zum Starten und Stoppen kann man vagrant up bzw mit vagrant halt verwenden. Sollte man die Box nicht mehr benötigen kann Sie mit vagrant destroy unwiderruflich löschen. Das Vagrantfile bleibt jedoch erhalten, somit damit kann man wieder bei Null anfangen und mit vagrant up die Box inklusive Provisioning mit Puppet wieder aufsetzen.

## 2 Apache Webserver und eine Applikation mit HTML und JavaScript mit Puppet installieren

Nachdem wir die Grundlagen von Puppet und Vagrant jetzt kurz kennengelernt haben, installieren wir einen Apache Webserver. Da es wahrscheinlich ist, dass Apache für andere Applikationen auch genutzt wird, wird der Puppet Code dafür in einem Module abgelegt. Module sind wiederverwendbare Einheiten vom Code und Daten. Die Struktur eines Modules ist auf <http://docs.puppetlabs.com/learning/modules1.html> beschrieben, siehe. Listing 10 bzw. im Puppet Module Cheat Sheet [docs.puppetlabs.com/module\\_cheat\\_sheet.pdf](http://docs.puppetlabs.com/module_cheat_sheet.pdf) auch noch einmal zusammengefasst.

```

1 my_module
2 |-- files
3 |   '-- my_file.txt
4 |-- manifests
5 |   '-- init.pp
6 '-- templates
7   '-- my_template.erb

```

Listing 10: Puppet Module Struktur

Auf die gleiche Ebene wie das manifests-Verzeichnis legen wir das Verzeichnis modules an. Darunter die Datei und darunter liegenden Verzeichnisse apache/manifests/init.pp, siehe. Listing 11.

```

1 puppet
2 |-- manifests
3 |   '-- user.pp
4 '-- modules
5 |   '-- apache
6 |       '-- manifests
7 |           '-- init.pp

```

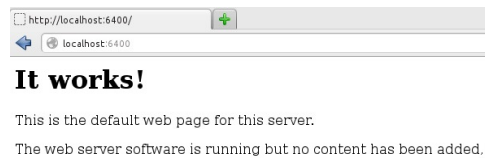


Abbildung 1: Apache aufrufen

## Listing 11: Verzeichnisstruktur für den apache-Module

modules/apache/manifests/init.pp ist recht kompakt und zeigt auf einen Blick einen der großen Vorteile von Puppet. Die Ressourcen package und service verstecken die Komplexität und die plattformspezifische Vorgänge für Installation von Paketen und das Starten der Dienste, siehe. Listing 12.

```

1 class apache {
2     package {
3         'apache2' :
4             ensure => present,
5     }
6     service {
7         'apache2' :
8             ensure => running,
9             require => Package["apache2"]
10    }
11 }

```

## Listing 12: Inhalt von modules/apache/manifests/init.pp

Um ein Module in einem Manifest verwenden zu können, reicht es lediglich include apache, siehe. Listing 13 zu schreiben.

```

1 include apache

```

## Listing 13: Inhalt von manifests/setupapache.pp

In Vagrantfile ändern wir jetzt die Zeile puppet.manifest\_file = "user.pp" auf puppet.manifest\_file = "setupapache.pp" und geben auf der Kommandozeile vagrant provision ein, siehe. Listing 14.

```

1 $ vagrant provision
2 [default] Running provisioner: Vagrant::Provisioners::Puppet...
3 [default] Running Puppet with /tmp/vagrant-puppet/manifests/setupapache.pp...
4 notice: /Stage[main]/Apache/Package[apache2]/ensure: ensure changed 'purged' to 'present'
5 notice: Finished catalog run in 97.25 seconds

```

## Listing 14: vagrant provisioning für Apache

Wenn wir auf unseren Browser die lokale Adresse über, den weitergeleiteten, Port 6400 aufrufen, können wir feststellen dass der Apache Webserver läuft, siehe. Abbildung 1.

Als nächstes lassen wir Puppet die Dateien für die Applikation in das Verzeichnis für DocumentRoot/var/www/ kopieren. Folgender Eintrag in Vagrantfile stellt das Host-Verzeichnis ~/git/puppet-demo/puppet-demoapp/src/main/webapp als Guest-Verzeichnis /demoapp zur Verfügung, siehe. Listing 15. Das Guest-Verzeichnis dient als Quelle für die Kopie.

```

1 config.vm.share_folder "demoapp", "/demoapp", "~/git/puppet-demo/puppet-demoapp/src/main/webapp"

```

## Listing 15: Shared folders in Vagrantfile konfigurieren



Abbildung 2: Die Applikation im Browser

Mit dem Manifest manifests/demoapp.pp für die Installation der Applikation, siehe. Listing 16, definieren wir das Puppet die Dateien vom zuvor spezifizierten Verzeichnis /demoapp nach /var/www/ kopieren sollen.

```
1 include apache
2
3 file { '/var/www/demoapp' :
4     ensure => directory,
5     source  => '/demoapp',
6     require => Package['apache2'],
7     recurse => true,
8 }
```

Listing 16: Puppet Manifest für die Applikation

Durch die Änderung der geteilten Verzeichnisse im Vagrantfile ist es notwendig die Vagrant Box neu zu starten um die Änderung aktiv werden zu lassen:vagrant reload, siehe. Listing 17.

```
1 $ vagrant reload
2 [default] Attempting graceful shutdown of VM...
3 [default] Clearing any previously set forwarded ports...
4 [default] Forwarding ports...
5 [default] -- 22 => 2222 (adapter 1)
6 [default] -- 80 => 6400 (adapter 1)
7 [default] Creating shared folders metadata...
8 [default] Clearing any previously set network interfaces...
9 [default] Booting VM...
10 [default] Waiting for VM to boot. This can take a few minutes.
11 [default] VM booted and ready for use!
12 [default] Mounting shared folders...
13 [default] -- demoapp: /demoapp
14 [default] -- v-root: /vagrant
15 [default] -- v-pp-m0: /tmp/vagrant-puppet/modules-0
16 [default] -- manifests: /tmp/vagrant-puppet/manifests
17 [default] Running provisioner: Vagrant::Provisioners::Puppet...
18 [default] Running Puppet with /tmp/vagrant-puppet/manifests/demoapp.pp...
19 notice: /Stage[main]/File[/var/www/demoapp]/ensure: created
20 ...
21 notice: /File[/var/www/demoapp/index.html]/ensure: defined content as '{md5}90
    a8d419b9c7b43b09ba73abebaf8f4c '
22 ...
23 notice: Finished catalog run in 1.34 seconds
```

Listing 17: Puppet reload mit Provisioning der Applikation

Nach Abschluss des Neustarts erfolgt auch automatisch wieder der Provision Vorgang durch Puppet und wir können unsere neue Webapplikation über den Browser aufrufen, siehe. Abbildung 2.

Eine Änderung in der Datei index.html wird bei Puppet im Provisioning-Vorgang (vagrant provision) erkannt und Puppet aktualisiert die Datei auch in /var/www/, siehe. Listing 18.

```
1 $ vagrant provision
2 [default] Running provisioner: Vagrant::Provisioners::Puppet...
3 [default] Running Puppet with /tmp/vagrant-puppet/manifests/demoapp.pp...
```



```

4 |
5 | notice: /File[/var/www/demoapp/index.html]/content: content changed '{md5}90
   | a8d419b9c7b43b09ba73abebaf8f4c' to '{md5}0a4ee5bb63c3e5c29cc54cf36a4be23c'
6 |
7 | notice: Finished catalog run in 0.71 seconds

```

Listing 18: Puppet Provisioning nach Änderung von index.html

## 3 Puppet am Server

Nachdem dem erfolgreichen erstellen erster Manifeste, geht es nun darum wie man die Manifeste auf einem Server verlagert und eine ganze Serverfarm damit betreibt. Grundsätzlich unterscheiden wir bei Puppet zwischen zwei Typen Puppet Master und Puppet Agent. Der Puppet Agent ist auf einem x-belieben Server installiert und kontaktiert eine zentrale Einheit, den Puppet Master, um von ihm gesteuert zu werden.

### 3.1 Puppet Server-Agent-Workflow

Der Puppet Server-Agent-Workflow funktioniert grundsätzlich nach dem Pull Prinzip, d.h. der Puppet Agent fragt aktiv beim Puppet Master nach was zu tun ist, er fordert einem *Catalog* in dem er dem Master seinem Namen und seine Statusinformationen über sich selbst, sogenannte *facts* mitteilt. Ein *fact* wäre zum Beispiel das Betriebssystem auf dem der Agent läuft. Der Puppet Master identifiziert und sucht nach Arbeitsanweisungen für den Agent. Der Master compiliert aus allen anwendbaren Manifesten einen *Catalog* und sendet ihn zurück an den Agent. Dieser wendet den *Catalog* an d.h. es wird versucht den durch den *Catalog* definierte Zustand herzustellen. Das Herstellen dieses Zustandes wird protokolliert und dann an den Puppet Master gesendet. Dieser Report kann zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet werden.

### 3.2 Arbeitsanweisungen für den Agent suchen

Wenn der Puppet Master vom Puppet Agent kontaktiert wird, wird er mithilfe seines Hostnamen identifiziert und der Puppet Master liest das Manifest `/etc/puppet/manifests/site.pp` ein und sucht nach einer passenden node Definition. Wenn der Master nun vom `server1.example.org` kontaktiert wird wird dieser die Ausgabe `hello server1!` erzeugen, analog für `server2`. Statt alle Server einzeln zu definieren kann man auch das Schlüsselwort `default` verwenden damit werden die beinhaltende Anweisungen auf allen Servern die den Master kontaktieren ausgeführt werden.

```

1 | node server1.example.org {
2 |     notice("hello server1!")
3 | }
4 |
5 | node server2.example.org {
6 |     include apache
7 |     notice("hello server2!")
8 | }
9 |
10 | node default {
11 |     notice("hello server")
12 | }

```

Listing 19: Node Definitionen in `/etc/puppet/manifests/site.pp`

### 3.3 Alternative: External Node Classifier

```

1 [master]
2   node_terminus = exec
3   external_nodes = /usr/local/bin/my_node_classifier

```

Listing 20: External Node Classifier Konfiguration des Puppet Master

Alternativ zu obigen deklarativen Ansatz kann Puppet zusätzlich auch einen External Node Classifier verwenden. Ein External Node Classifier ist ein Script dem als Argument der Puppet Agent Name übergeben wird und der eine YAML Datei ausgibt. Die YAML Datei enthält eine Liste von Klassen und Parametern welche dem Knoten zugewiesen werden.

Um vorigen Beispiel hat die Knotendeklaration, siehe. Listing 19 für den server2 das apache Modul enthalten, analog dazu müsste der ENC folgendes YAML Dokument zurückliefern:

```

1 name: server2.example.org
2 ---
3 classes:
4   apache:

```

Listing 21: YAML

Interessant wird das ganze erst wenn der ENC mit einem Konfigurationswerkzeug gekoppelt wird, in dem dynamisch Konfigurationen erstellt werden können. Ein solches Werkzeug wäre das [? ]. Nachteil hierbei ist es das parametrisierte Klassen derzeit nicht verwaltet werden können.

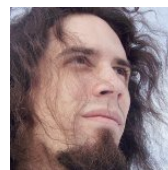
## Autoren

### Anders Malmborg



hat jahrezehntelange Erfahrung in Applikations und Produktentwicklung im C++ und JavaEE und arbeitet als IT Freelancer im automotive Bereich.

### Michael Haslgrübler



hat mehrjährige Erfahrung in JavaEE Entwicklungsumfeld in der Automotive und Immobilienbranche. Er administriert seit Jahren einen Linux-Root-Server für diverse Kunden.