PROGRAMMEERTECHNIEKEN EN TESTEN–UNIT TESTEN

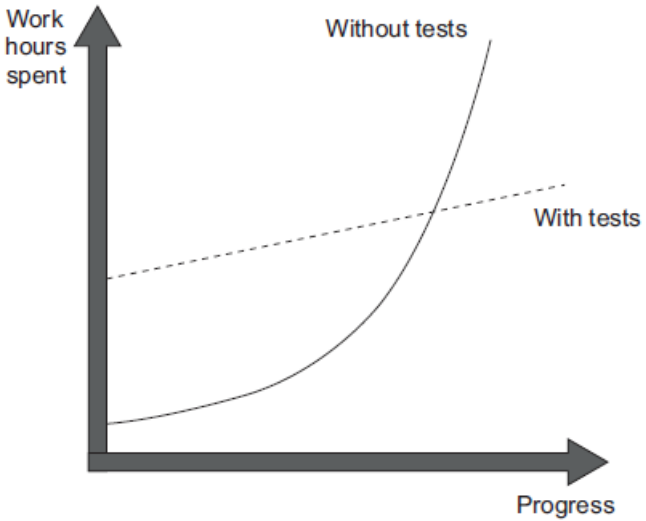
Matthias Druwé

Wat is Unit Testen?

- Een *Unit Test* is een **stuk code** (meestal een methode) dat een ander stuk code aanroept en de **correctheid** van een aantal **veronderstellingen** nagaat.
  Indien deze veronderstelling fout blijkt te zijn, is de test gefaald.
  Vaak wordt met een "unit" een **methode** (of functie) bedoeld.
- Wat getest wordt, wordt ook het **"SUT"** (System Under Test) genoemd (of "CUT", Class Under Test)
- Voorbeeld: *je schrijft een Calculator-klasse om wiskundige berekeningen uit te voeren. Je gaat ervan uit dat wanneer je de Som-methode van deze klasse aanroept met de argumenten 10 en 20, de return-waarde van de methode 30 is. Je schrijft een test waarin je dit verifieert. Indien de return-waarde NIET overeenkomt met de waarde 30, is de test gefaald.*

Doel van Unit Tests

- Unit Tests zorgen voor een **duurzame groei** van het software project.



Snelheid van ontwikkeling neemt snel af = *software entropy*

Kwaliteit van code gaat snel achteruit (bugs-fixes introduceren nieuwe bugs, code wordt complex, weinig gestructureerd, ...)

Bron: Khorikov, V. (2020). The goal of unit testing. In Unit Testing Principles, Practices, and Patterns (p. 6). Shelter Island, NY: Manning Publications.

Doel van Unit Tests

- Goede Unit Tests voorkomen dit probleem.
  Ze fungeren als een "vangnet" voor **regressies**.
- **Regressie** = wanneer een functionaliteit **niet meer werkt** zoals verwacht, na een bepaalde **gebeurtenis** (bv.: een wijziging aan de code, refactoring*, toevoegen van nieuwe functionaliteiten, ...)
- Unit Testen zorgen ervoor dat **bestaande functionaliteiten blijven werken**, ook na het introduceren van nieuwe functionaliteiten of het refactoren van bestaande code.

** Refactoring = het herstructureren van bestaande code omwille van leesbaarheid, onderhoudbaarheid, ... zonder de functionaliteit ervan te veranderen*

Doel van Unit Tests

Maar ook:

- Schaalbaarheid verhogen
  - In het team, in het product
- Verbeteren van het software design
  - Verminderen van methode parameters
  - Voorkomen van mega methodes
  - Globale state vermijden
  - Minder/geen afhankelijkheden
  - Minder/geen zij-effecten
- Wijzigingen mogelijk maken (geen schrik hebben om bestaande code te wijzigen)

Doel van Unit Tests

- Opleveren van een stabiel product
  - Code die in tandem met unit tests geschreven is, leidt tot minder verrassingen of last-minute bugs.
- Tijd vrij krijgen voor complexere testing
- Vorm van code documentatie
  - Unittest as documentation
  - De unit test beschrijft een bepaald gedrag in een bepaalde situatie.

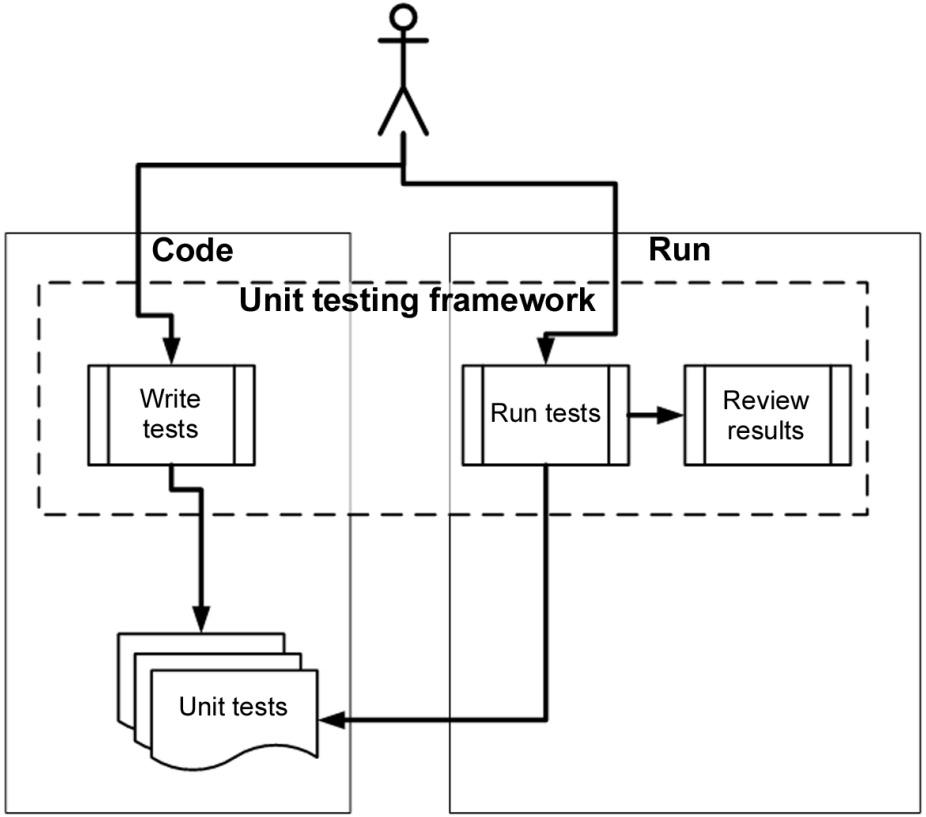
Wat is een “goede” Unit Test?

- **MAAR:** niet élke test is een *goede* Unit Test!
- Eigenschappen van goede Unit Tests:
  - **Geautomatiseerd** en kunnen **herhaald** worden (mogen **geen “state”** achterlaten!)
  - Moeten **eenvoudig geïmplementeerd** kunnen worden
  - Eens geschreven, moeten ze beschikbaar blijven voor **later gebruik**
  - Iedereen moet ze kunnen uitvoeren
  - Ze moeten kunnen uitgevoerd worden met een druk op een knop (**geen manuele interventies** nodig)
  - Ze moeten **snel** uitgevoerd kunnen worden
  - Ze zijn **consistent**

Wat is een “goede” Unit Test?

- Rekening houdend met deze eigenschappen, kunnen we de definitie van een Unit Test herformuleren:
  - Een unit test is een **geautomatiseerd** stukje code dat de methode/klasse aanroept die getest wordt en een aantal **veronderstellingen** (assumpties) **verifieert** over het **“logische gedrag”** van deze methode/klasse. Een unit test wordt (zo goed als) altijd geschreven met behulp van een **testing framework**. Het kan **snel geschreven en uitgevoerd** worden. Het is volledig **geautomatiseerd**, **betrouwbaar**, **leesbaar** en **onderhoudbaar**.
  - **Logische code** = een stuk code dat “logica” bevat (een if-statement, een iteratie-structuur, switch-case, berekening, …). Dus: géén properties/constructors/…

Testing Framework



Testing framework

- Tests schrijven op een gestructureerde manier door middel van:
  - Basis klasses of interfaces waarvan we kunnen overerven.
  - Attributen die we in onze klasses kunnen gebruiken om aan te geven dat het tests zijn.
  - Assertion klasses met speciale methodes om bepaalde stukken code te verifiëren.
- Één of meerdere testen uitvoeren. Door middel van een test runner die:
  - Testen terug vind in de code
  - De testen automatisch uitvoert
  - Status bijhoud tijdens het uitvoeren
  - Via command line kan gestart worden

Testing framework

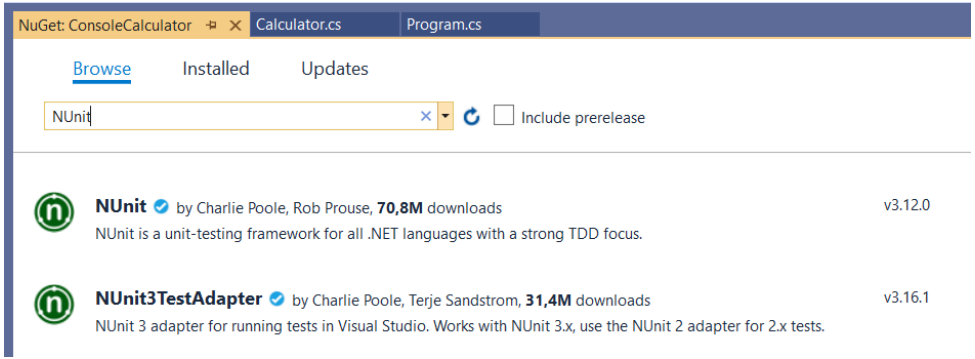
- Resultaten van de test runs bekijken. Een test runner voorziet meestal deze zaken:
  - Hoeveel tests gelopen hebben
  - Hoeveel test niet gelopen hebben
  - Hoeveel test faalden
  - Welke tests faalden
  - Reden van falen
  - ASSERT boodschappen die we zelf voorzien hebben
  - De code locatie waar er gefaald is
  - Een volledige stack trace van excepties die er voor zorgden dat de test faalde.

Testing Framework

- Er bestaan heel wat **Testing Frameworks** voor het schrijven van Unit Testen in C# (en andere talen binnen het .NET-platform)
- De meest gebruikte frameworks zijn:
  - MS Test
  - xUnit.NET
  - NUnit
- In deze module zullen we gebruik maken van het framework **NUnit**
- Waarom?
  - Zeer populair testing framework
  - Open Source
  - Goede integratie met Visual Studio
  - Stabiel en matuur framework
  - Goede documentatie

Testing Framework

- Zet je testen steeds in een **apart VS Project**!
- Stappen:
  1. Maak een nieuw project van het type **Class Library (.NET Framework)**
  2. **Rechtsklik** op het nieuwe project en kies **"Manage NuGet Packages…"**
  3. **Installeer de volgende packages:**
     - ✓ NUnit
     - ✓ NUnit Test Adapter



Testing Framework

- Alvorens je de klasses van het project dat je wilt testen kan gebruiken, moet je eerst een **referentie leggen** vanuit het Test-project naar het project dat getest wordt
  - Rechtsklik op je Test-project
  - Kies: *Add > Reference*
  - Selecteer in het linker menu de optie "Projects" en vink het vakje aan vóór het project dat je wilt testen

Een eerste Unit Test

```
1  [TestFixture] 1
2  public class CalculatorTests
3  {
4
5      [Test] 2
6      public void Sum_GivenTwoIntegerNumber_ReturnsCorrectSum()
7      {
8          // Arrange
9          Calculator sut = new Calculator();
10         int firstNumber = 10;
11         int secondNumber = 20;
12
13         // Act
14         int result = sut.Sum(firstNumber, secondNumber);
15
16         // Assert
17     3   Assert.AreEqual(30, result);
18     }
19 }
```

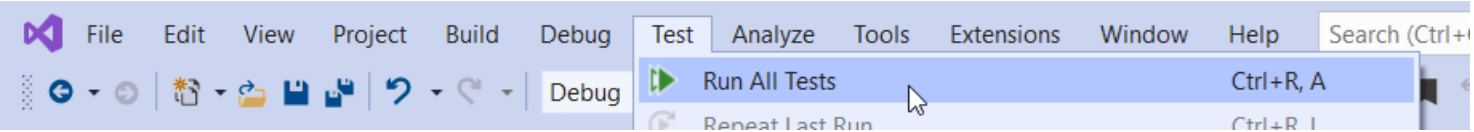
1) *TextFixture-attribuut* geeft aan dat deze klasse NUnit testen bevat

2) *Test-attribuut* geeft aan dat deze methode een unit test is en moet aangeroepen worden bij het uitvoeren van de tests

3) De *Assert-klasse* bevat een aantal static methoden om na te gaan of het werkelijke resultaat overeenkomt met het verwachte resultaat

Een eerste Unit Test

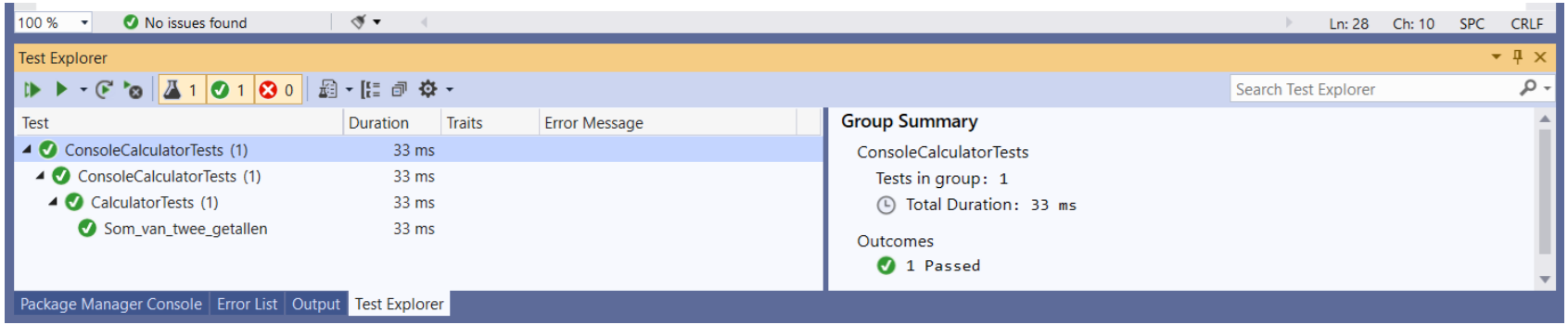
- Vervolgens kan je de unit tests **uitvoeren**
- **Alle testen** in het project uitvoeren:
  - Rechtsklik op het Test-project en selecteer de optie *"Run Tests"*
  - Of: *Test* > *Run All Tests* in de menubalk



- Tests binnen een **specifieke klasse** uitvoeren:
  - Rechtsklik op de gewenste klasse (in **Code Editor** of **Solution Explorer**), kies *"Run Test(s)"*

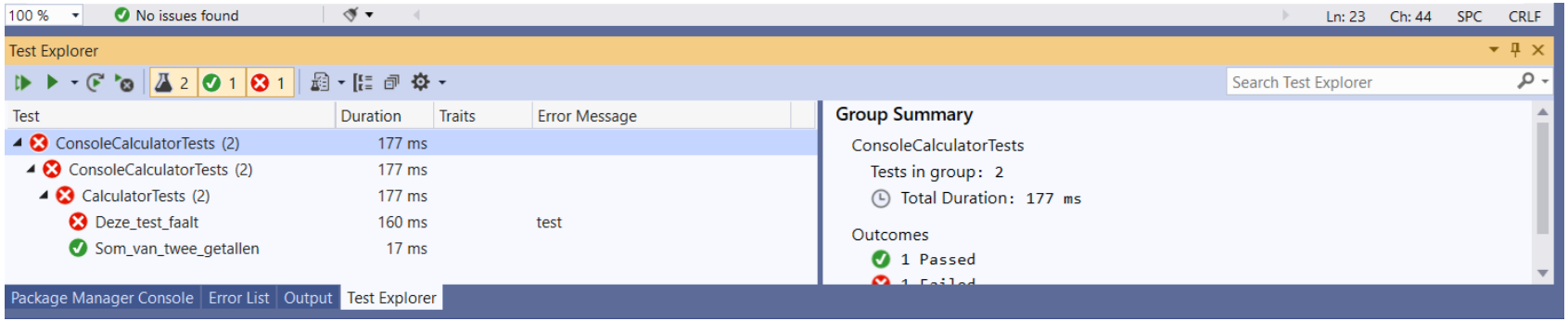
Een eerste Unit Test

- De testresultaten worden getoond in de **Test Explorer**:
  - Aan de linkerkant zie je welke testen uitgevoerd werden en of deze testen geslaagd zijn of niet. Je vindt er tevens terug hoe lang het duurde om de test uit te voeren.
  - Aan de rechterkant vind je een samenvatting van de tests die uitgevoerd werden en de resultaten van deze tests (aantal geslaagde/gefaalde testen, totale duur om de testen uit te voeren, …)



Een eerste Unit Test

- Het icoontje dat vóór de naam van de testmethode getoond wordt, geeft aan of deze test geslaagd of gefaald is.
- Indien één van de testen binnen een testklasse faalt, krijgt de volledige klasse een rood icoontje om aan te geven dat minstens één test gefaald is.

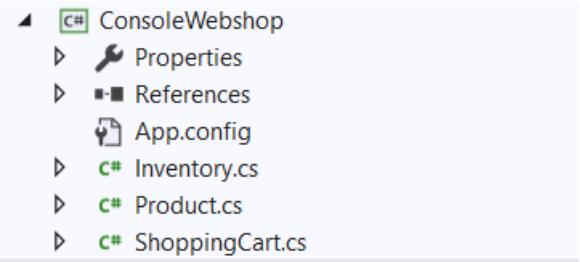


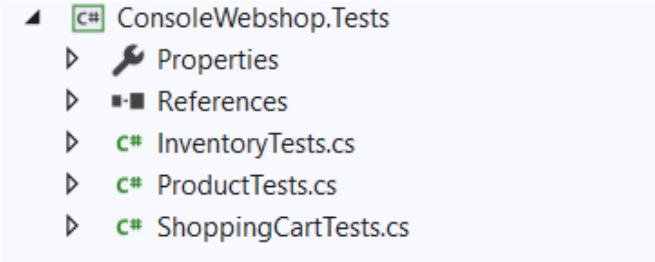
Opmerkingen/aandachtspunten

- Indien je een klasse vanuit een ander project (een andere *Assembly*) wilt gebruiken, moet je deze klasse **public** maken.
  *In de test uit het voorbeeld, dient de klasse Calculator dus **public** te zijn.*
- Zorg er tevens voor dat alle **testmethoden** public zijn!
- Streef naar een één-op-één-relatie tussen code-projecten en test-projecten
- Zorg voor een duidelijke naamgeving om dit verband duidelijk te maken:
  - Naam code-project: "*ConsoleCalculator*", naam test-project: "*ConsoleCalculator**.Tests***"
- Probeer een gelijkaardige conventie te gebruiken voor het benoemen van je testklasses.
  - Stel: class-under-test: "*Calculator*", testklasse: "*Calculator**Tests***"

Opmerkingen/aandachtspunten

- Voorbeeld naamgeving:





Naamgeving unit test

De naamgeving van methodes is belangrijk maar naamgeving van testen is minstens even belangrijk. Een goede naam van een unit test beschrijft wat deze doet. Om dit te doen wordt er vaak een bepaalde structuur gebruikt. De naam bestaat uit 3 delen:

- De naam van de methode die getest wordt
- Het scenario dat getest wordt
- De verwachte output

Naamgeving unit test

- Voorbeelden van **slechte** naamgeving:
  - Test1(), Test2(), Test3(), … ⍰ **NIET DOEN!**
  - TestSum(), TestInventory(), TestAdd() ⍰ **wees concreter, *Sum* van? *Add* wat?**

- Voorbeelden van **goede** naamgeving:
  - Sum_TwoPositiveNumber_ReturnsPositiveNumber()
  - Divide_DenominatorIsZero_ExceptionThrown()
  - Purchase_NotEnoughStock_ReturnsFalse()

Structuur van een Unit Test

- Structureer je testen volgens het **AAA-patroon**:

```
[TestFixture]
public class CalculatorTests
{

    [Test]
    public void Sum_GivenTwoIntegerNumber_ReturnsCorrectSum()
    {
        // Arrange
        Calculator sut = new Calculator();
        int firstNumber = 10;
        int secondNumber = 20;

        // Act
        int result = sut.Sum(firstNumber, secondNumber);

        // Assert
        Assert.AreEqual(30, result);
    }
}
```

1. **A**rrange
2. **A**ct
3. **A**ssert

Structuur van een Unit Test

- In de ***Arrange-sectie*** breng je het *System Under Test* in de **toestand** ("state") die nodig is om de test uit te voeren (aanmaken van de nodige objecten, manipulatie van deze objecten, ...)
- In de ***Act-sectie*** voer je de teststappen uit (bv. door het aanroepen van methodes) en vang je eventueel het **resultaat** van deze acties op.
- In de ***Assert-sectie*** verifieer je het resultaat van de test (bv.: een **return-waarde**, welke **methoden** wel/niet aangeroepen werden en hoe vaak ze aangeroepen werden, de **finale toestand** van het SUT, ...).

- Het AAA-patroon wordt ook het "*Given-When-Then*"-patroon genoemd

Assert-klasse in NUnit

- De ***Assert***-klasse van het NUnit-framework bevat een aantal handige voor het verifiëren van de resultaten van teststappen.
- Hieronder vind je een tabel met enkele veelgebruikte methoden *(oude syntax)*:

Methode(s)	Gebruik	Voorbeeld
`AreEqual()`	Gaat na of twee waarden aan elkaar gelijk zijn	`Assert.AreEqual(50, totaal);`
`IsTrue()/IsFalse()`	Gaat na of een waarde *true* of *false* is	`Assert.IsTrue(valid);`
`IsNull()/IsNotNull()`	Gaat na of een referentie een *null-reference* is	`Assert.IsNotNull(customer);`
`Greater()/GreaterOrEqual()/ Less()/LessOrEqual()`	Gaat na of een waarde *groter dan (of gelijk aan)/kleiner dan (of gelijk aan)* een andere waarde is	`Assert.Greater(customer.Age, 18);`
`AreSame()/AreNotSame()`	Gaat na of twee referenties naar het *zelfde object* verwijzen (reference-equality)	`Assert.AreSame(cust1, cust2);`

Assert-klasse in NUnit

- Een andere manier is gebruik maken van het constraint model
- *constraint syntax*:

Methode(s)	Gebruik	Voorbeeld
`Is.EqualTo()`	Gaat na of twee waarden aan elkaar gelijk zijn	`Assert.That(total, Is.EqualTo(5));`
`Is.True/Is.False`	Gaat na of een waarde *true* of *false* is	`Assert.That(valid, Is.True);`
`Is.Null/Is.Not.Null`	Gaat na of een referentie een *null-reference* is	`Assert.That(customer, Is.Null);`
`Is.GreaterThan()/Is.GreaterOrEqualThan()/ Is.LessThan()/Is.LessOrEqualThan()`	Gaat na of een waarde *groter dan (of gelijk aan)/kleiner dan (of gelijk aan)* een andere waarde is	`Assert.That(customer.Age, Is.GreaterThan(18));`
`Is.SameAs()/Is.Not.SameAs()`	Gaat na of twee referenties naar het *zelfde object* verwijzen (reference-equality)	`Assert.That(cust1, Is.SameAs(cust2));`

Een tweede voorbeeld

- *Context: we maken een programma voor het beheer van de inventaris van een webshop*
- **Test case:** *Aankoop lukt indien voldoende voorraad*
  - Beschrijving: indien de klant producten koopt die voldoende voorradig zijn, wordt de aankoop succesvol afgerond en wordt de inventaris bijgewerkt.
  - Pre-condities: er zijn 10 flessen shampoo beschikbaar in de inventaris
  - Stappen: de klant koopt 5 flessen shampoo
  - Resultaten (post-condities):
    - De aankoop is gelukt
    - Het aantal flessen shampoo van de inventaris werd met 5 verlaagd

Een tweede voorbeeld

```
[TestFixture]
   public class CustomerTests
   {
       [Test]
       public void Purchase_WithEnoughInventory_ReturnsTrueStockIsChanged()
       {
           // Arrange
           Store store = new Store();
           store.AddInventory(Product.Shampoo, 10);
           Customer sut = new Customer();
           Dictionary<Product, int> expectedBasket = new Dictionary<Product, int>() {
               { Product.Shampoo, 5 }
           };


           // Act
           bool success = sut.Purchase(store, Product.Shampoo, 5);

           // Assert
           Assert.IsTrue(success);
           Assert.AreEqual(5, store.GetInventory(Product.Shampoo));
           Assert.AreEqual(expectedBasket, sut.Basket);
       }

   }
```

Unit Tests: richtlijnen

- Vermijd **meerdere** Arrange, Act, Assert-secties!
  - Indien je meerdere Act-secties hebt, gescheiden door Assert-secties (en eventueel Arrange-secties), wijst dit erop dat je **meerdere gedragingen** in één test aan het testen bent.
  - **Oplossing:** deel te test op in twee afzonderlijke testmethoden
- Vermijd **if-statements** in je testmethoden!
  - Testen zélf mogen **géén logica** bevatten
  - Indien nodig: splits je test op in twee afzonderlijke testen

Unit Tests: richtlijnen

- Opgelet voor **Act-secties** die langer zijn dan **één lijn** code!

```
[Test]
public void Purchase_WithEnoughInventory_ReturnsTrueStockIsChanged()
{
    // Arrange
    Store store = new Store();
    store.AddInventory(Product.Shampoo, 10);
    Customer sut = new Customer();
    Dictionary<Product, int> expectedBasket = new Dictionary<Product, int>() {
        { Product.Shampoo, 5 }
    };


    // Act
    bool success = sut.Purchase(store, Product.Shampoo, 5);
    store.RemoveInventory(Product.Shampoo, 5);

    // Assert
    Assert.IsTrue(success);
    Assert.AreEqual(5, store.GetInventory(Product.Shampoo));
    Assert.AreEqual(expectedBasket, sut.Basket);
}
```

... Wat kan hier fout gaan?

Unit Tests: richtlijnen

- Indien men vergeet om de methode ***RemoveInventory(..)*** aan te roepen (met de correcte argumenten), treedt er een **inconsistentie** op.
  - Vanuit business-oogpunt, heeft een succesvolle aankoop **twee gevolgen**: de klant ontvangt het product en de inventaris wordt verminderd.
  - Beide gevolgen moeten steeds **gelijktijdig** optreden
  - **Dus:** beide acties moeten in **één methode** uitgevoerd worden! **(= encapsulatie)**
  - **Oplossing:** in de ***Purchase(..)***-methode van de klasse ***Customer*** moet de ***RemoveInventory(..)***-methode aangeroepen worden

Unit Tests: richtlijnen

- Met een unit test wordt één bepaald **"gedrag"** geverifieerd.
  Dit gedrag, kan **meerdere gevolgen** hebben die **allemaal** moeten geverifieerd worden.
  (zie voorbeeld Store en Inventory!)

- **Herbruikbaarheid:** indien je Arrange-secties in verschillende testen wilt hergebruiken, zet deze code dan **NIET** in de constructor van de klasse!

Unit Tests: richtlijnen

- Herbruikbaarheid: voorbeeld

```
1
2  public class CustomerTests
3  {
4
5      private readonly Store store;
6      private readonly Customer sut;
7
8      public CustomerTests()
9      {
10         store = new Store();
11         store.AddInventory(Product.Shampoo, 10);
12         sut = new Customer();
13     }
14
15
16     ...
17 }
```

```
1  [Test]
2  public void Purchase_WithEnoughInventory_ReturnsTrueStockIsChanged()
3  {
4      // Arrange
5
6      Dictionary<Product, int> expectedBasket = new Dictionary<Product, int>() {
7          { Product.Shampoo, 5 }
8      };
9
10
11     // Act
12     bool success = sut.Purchase(store, Product.Shampoo, 5);
13
14     // Assert
15     Assert.IsTrue(success);
16     Assert.AreEqual(5, store.GetInventory(Product.Shampoo));
17     Assert.AreEqual(expectedBasket, sut.Basket);
18 }
19
20 [Test]
21 public void Purchase_WithouEnoughInventory_Fails()
22 {
23
24     // Act
25     bool success = sut.Purchase(store, Product.Shampoo, 15);
26
27     // Assert
28     Assert.IsFalse(success);
29     Assert.AreEqual(10, store.GetInventory(Product.Shampoo));
30     Assert.IsFalse(sut.Basket.ContainsKey(Product.Shampoo));
31 }
```

Unit Tests: richtlijnen

- **Nadelen:**
  - **Hoge koppeling** tussen verschillende tests!
    - Bv.: wat gebeurt er indien je (per ongeluk) de initiële inventaris verhoogt naar 15?
  - Vermindert de **leesbaarheid**
    - Het "volledige plaatje" is niet meer zichtbaar

- **Aandachtspunten:**
  - Een wijziging aan de code van één test, mag geen invloed hebben op andere tests

    ⇒ vermijd gedeelde "state" (gebruik van instance-variabelen in tests!)

Unit Tests: richtlijnen

- Een betere oplossing: maak gebruik van **factory-methoden**:

```
private Store CreateStoreWithInventory(Product product, int quantity)
{
    Store store = new Store();
    store.AddInventory(product, quantity);

    return store;
}

private Customer CreateCustomer()
{
    return new Customer();
}
```

Unit Tests: richtlijnen

- Gebruik van de **factory-methoden** in je tests:

```
[Test]
public void Purchase_WithEnoughInventory_ReturnsTrueStockIsChanged()
{
    // Arrange
    Store store = CreateStoreWithInventory(Product.Shampoo, 10);
    Customer sut = CreateCustomer();
    Dictionary<Product, int> expectedBasket = new Dictionary<Product, int>() {
        { Product.Shampoo, 5 }
    };


    // Act
    bool success = sut.Purchase(store, Product.Shampoo, 5);

    // Assert
    Assert.IsTrue(success);
    Assert.AreEqual(5, store.GetInventory(Product.Shampoo));
    Assert.AreEqual(expectedBasket, sut.Basket);
}

[Test]
public void Purchase_WithouEnoughInventory_Fails()
{
    // Arrange
    Store store = CreateStoreWithInventory(Product.Shampoo, 10);
    Customer sut = CreateCustomer();

    // Act
    bool success = sut.Purchase(store, Product.Shampoo, 15);

    // Assert
    Assert.IsFalse(success);
    Assert.AreEqual(10, store.GetInventory(Product.Shampoo));
    Assert.IsFalse(sut.Basket.ContainsKey(Product.Shampoo));
}
```

NUnit: setup/teardown

- Soms kan het handig zijn om een aparte setup-methode te maken voor het uitvoeren van je testen. NUnit voorziet hiervoor de volgende **attributes**:
  - **`OneTimeSetUp`:** deze methode wordt **één keer** uitgevoerd, **vóór** het uitvoeren van de **tests** in deze klasse (bv.: opzetten van een databank, …)
  - **`SetUp`:** deze methode wordt **vóór elke test** binnen de klasse aangeroepen

- Denk eraan dat een unit test nóóit state mag achterlaten! NUnit voorziet tevens twee attributen waarmee je clean-up methoden kunt specificeren:
  - `OneTimeTearDown`: deze methode wordt **één keer** uitgevoerd, nadat **alle testen** uitgevoerd zijn (bv.: sluiten van database-connectie, opkuisen van tijdelijke bestanden, …)
  - `TearDown`: deze methode wordt uitgevoerd **ná elke test** binnen de klasse

- TearDown methodes bestaan maar zijn meestal een teken van tests die systemen aanspreken die niet aangesproken horen te worden.

NUnit: setup/teardown

- Voorbeeld **initialisatie** en **clean-up**:

```
[OneTimeSetUp]
public void ClassInit()
{
    //wordt één keer uitgevoerd,
    //vóór het uitvoeren van de tests binnen deze klasse
}

[SetUp]
public void TestInit()
{
    //wordt uitgevoerd vóór het uitvoeren van elke test
}

```

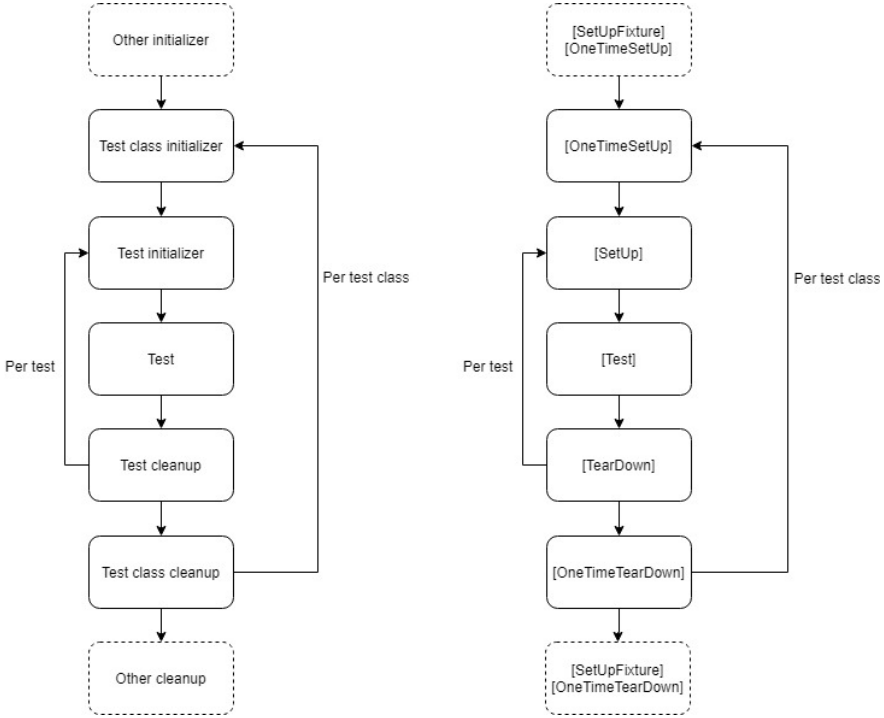
```
[TearDown]
public void TestCleanUp()
{
    //wordt uitgevoerd ná het uitvoeren van elke test
}

[OneTimeTearDown]
public void ClassCleanUp()
{
    //wordt één keer uitgevoerd,
    //nadat alle testen binnen de klasse uitgevoerd werden
}

```

NUnit: setup/teardown

Lifecycle



NUnit: setup/teardown

```
[TestFixture]
public class CustomerTests
{

    private Store store;
    private Customer sut;

    [SetUp]
    public void TestInit()
    {
        store = new Store();
        store.AddInventory(Product.Shampoo, 10);
        sut = new Customer();
    }

    ...

}
```

NUnit: TestCase-attribuut

- In sommige gevallen, wil je eenzelfde unit test uitvoeren met verschillende testgegeven.
- *Voorbeeld: test een methode die nagaat of een persoon mag stemmen. De minimale leeftijd om te mogen stemmen is 18 jaar.*

```
[TestFixture]
public class PersonTests
{

    [Test]
    public void CanVote_AgeAbove18Years_ReturnsTrue()
    {
        // Arange
        Person sut = new Person();
        sut.Age = 18;

        // Act
        bool result = sut.CanVote;

        // Assert
        Assert.IsTrue(result);
    }
}
```

Enkel 18 jaar, idem voor leeftijd > 18 (20, 25, 30, ...)

NUnit: TestCase-attribuut

- **Oplossing:** gebruik het ***TestCase***-attribuut
  - Voorzie **parameter(s)** in de header van je testmethode
  - Voeg voor elke waarde die je wilt testen een **TestCase-attribuut** toe, met als argument de **testwaarde**

```
1  [TestCase(18)]
2  [TestCase(19)]
3  [TestCase(75)]
4  [TestCase(90)]
5  public void CanVote_AgeAbove18Years_ReturnsTrue(int age)
6  {
7      // Arange
8      Person sut = new Person();
9      sut.Age = age;
10
11     // Act
12     bool result = sut.CanVote;
13
14     // Assert
15     Assert.IsTrue(result);
16 }
```

de test wordt vier keer uitgevoerd

NUnit: TestCase-attribuut

- De testcode voor het verifiëren of personen jonger dan 18 jaar niet mogen testen, is vrij gelijkaardig. Ook hier kunnen we gebruik maken van het ***TestCase*-attribuut** met een extra parameter: “ExpectedResult”
  - **Opgelet!** Schrijf geen ***Assert*** in de test zélf, maar **return** het **resultaat** van de test!

```
[TestCase(12, ExpectedResult = false)]
[TestCase(17, ExpectedResult = false)]
[TestCase(18, ExpectedResult = true)]
[TestCase(25, ExpectedResult = true)]
public bool CanVote_AgeAbove18Years_ReturnsTrue(int age)
{
    // Arange
    Person sut = new Person();
    sut.Age = age;

    // Act
    bool result = sut.CanVote;

    // Assert
    return result;
}
```

10 Tips om betere tests te schrijven

1. Denk aan documentatie
   Geef je test methode goede namen zodat ze duidelijk aangeven wat er getest wordt.
2. Isoleer je tests
   Vermijd dat tests onderling afhankelijk zijn van elkaar.
3. Hou het vlak
   Gebruik geen condities in je testen. Als er condities in je testen zitten ben je wellicht 2 zaken aan het testen.
4. Mock enkel wat je niet kan controleren (later meer hierover)
5. Vermijd assertions in iteraties
   Dit zorgt mogelijks voor te veel assertions wat de tests trager maakt.

10 Tips om betere tests te schrijven

6. Test de applicatie in een gelijkaardige manier hoe de gebruiker deze zou testen
   Dit is helaas moeilijk te doen binnen deze cursus
7. Verkies integratie testen
   Op dit moment nog niet aan de orde 🙈 (niet volledig mee eens)
8. Vermijd implementatie details
   (Zie later)
9. Altijd groen
   Zorg ervoor dat alle unit tests slagen alvorens code te mergen naar master/develop. CI sytemen kunnen dit afdwingen voor pull requests.
10. Schrijf testen voor vertrouwen en niet voor metrieken
    Niet alle code heeft testen nodig
    Coverage is slechts een indicatie geen doel (zie later)