



Stichting NIOC

---

## Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC ([www.nioc.nl](http://www.nioc.nl)) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website [www.nioc.nl](http://www.nioc.nl) ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2025, gehouden op donderdag 27 maart 2025 jl. en georganiseerd door Hogeschool Windesheim). Bij elkaar zo'n 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op 18 maart 2027 in Arnhem en wordt georganiseerd door HAN University of Applied Sciences.

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga [kennisbank@nioc.nl](mailto:kennisbank@nioc.nl).

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.

# Het inzetten van UNIX-werkstations en netwerken in informaticapractica

G. van Essen, H. van Leeuwen

Hogeschool Enschede, Hoger Informatica Onderwijs

Postbus 1326

7500 BH Enschede

## Samenvatting

Het Hoger Informatica Onderwijs (HIO) te Enschede heeft vanaf het begin een eigen weg bewandeld in de keuze van computersystemen voor het onderwijs. Vanuit onderwijskundige motieven is voor het UNIX-systeem gekozen. De opgedane ervaring is zeer positief.

## 1 Inleiding

De informatica-afdeling van de huidige Hogeschool Enschede is van start gegaan in 1971. Er zijn inmiddels zeshonderd studenten afgestudeerd. Het bedrijfsleven heeft een hoge waardering voor gediplomeerde HIO-ers.

Het HIO is opgezet als een eindopleiding. Afgestudeerden zijn breed en op hoog niveau opgeleid en dus direct inzetbaar bij het bedrijfsleven of de overheid. De officiële doelstelling van het HIO bevat een duidelijke kenschets van het beroepsveld:

*Het HIO leidt mensen op die, na het beëindigen van hun studie, in staat zijn zelfstandig deel te nemen aan automatiseringsprojecten. De werkzaamheden kunnen liggen binnen de informatica of op het gebied van complexe toepassingen. Zij betreffen analyse, ontwerp, programmering en databeheer daarvan. De informatica-ingenieur dient in staat te zijn de kwaliteit van (door anderen) afgeleverde producten te beoordelen en met rationele methoden eventueel aan te passen aan of af te stemmen op de plaatselijke eisen of omstandigheden.*

In de loop der jaren is gebleken, dat de complexiteit van het werk van een informatica-ingenieur niet alleen voortkomt uit het toepassingsgebied. In toenemende mate wordt onderkend, dat uit de software zelf een grote complexiteit voortvloeit. Deze neemt meer dan

lineair toe bij vergroting van de schaal van softwaresystemen. De problemen van software-ontwerp staan centraal in de studie.

Er wordt helaas erg veel ondeugdelijke en toch kostbare software aangeboden. Decennia lang al is er sprake van een software crisis. Het is dan ook van vitaal maatschappelijk belang, dat meer mensen een degelijke informatica-opleiding krijgen.

Om aan het gestelde doel te beantwoorden wordt tijdens de opleiding voortdurend aandacht besteed aan begripvorming van fundamentele concepten en ontwikkeling van een kritische instelling. Daarnaast moet de toekomstige informaticus een juiste probleemopvatting hebben om tot een goede formulering van een te ontwikkelen systeem te komen. Daarbij is het zelfstandig verichten van vooronderzoek vaak noodzakelijk. Een wiskundige denkwijze en een logische benadering van problemen zijn onmisbaar.

De informatica is ontstaan en wordt gevoed vanuit de toepassingsgebieden. De gebruikers in deze toepassingsgebieden verwachten op hun beurt vanuit de informatica steun bij hun werk. Bij deze wisselwerking is het van belang, dat de informaticus naast het hebben van technische kennis, ook kan communiceren met deze gebruikers en goed in teamverband kan functioneren. Het spreekt welhaast vanzelf, dat inzicht nodig is in kostenaspecten, planning, organisatie, projectaanpak en projectbeheer.

## 2 Doelstelling softwarepractica

Het is van belang, dat tijdens de opleiding praktische vaardigheden ontwikkeld worden. Daartoe zijn practica programmatuur opgenomen in het leerplan. De student moet zich in een realistische omgeving bekwamen in softwarebouw.

Met deze practica wordt beoogd, dat studenten:

- programmatuur leren specificeren, ontwerpen, implementeren, aanpassen, onderhouden en beoordelen op kwaliteit;
- expertise ontwikkelen in softwaretechnologie;
- complexe automatiseringsprojecten leren te realiseren en volledig te implementeren.

## 3 Karakterisering programmeerpractica

### 3.1 Werkwijze

Tijdens het practicum krijgen de studenten de gelegenheid hun theoretische kennis toe te passen en te verdiepen. Ze verwerven vaardigheid in het omgaan met

en het construeren van software en software-hulpmiddelen, zodat professioneel functioneren later mogelijk wordt. Het interactief practicum wordt gerealiseerd met behulp van het UNIX besturingssysteem. Iedere student wordt begeleid door een aan hem toegevoegde practicumdocent. Door besprekingen en demonstraties wordt getracht het proces van software-generatie voortdurend te verbeteren. Daarbij wordt aandacht besteed aan:

- een werkindeling om te komen tot een goed hiërarchisch, gestructureerd en modulair produkt;
- verbale en schriftelijke uitdrukingsvaardigheid;
- projectvoortgang door middel van planning en controle.

Als onderdeel van het practicum worden studenten in een gesimuleerde werkomgeving voorbereid op de beroepspraktijk. Ze werken daarbij samen aan projecten. Het is mogelijk, dat een bepaalde docent opdrachtgever is en een ander het werk beoordeelt.

### 3.2 Het practicum in het eerste jaar

In het eerste studiejaar worden kleine problemen uitgewerkt, die nauwelijks of geen subsysteem hebben. Het practicum steunt inhoudelijk op programmatuur, informatie-analyse, computer-architectuur, wiskunde, en de elementaire informatiekunde. De nadruk ligt op het ontwikkelen van correcte algoritmen, het schrijven van goed opgebouwde programma's en het testen daarvan. Een verslag van de werkzaamheden dient goede documentatie van de produkten te bevatten. De voorstudie en het ontwerp zijn nog eenvoudig.

### 3.3 Het practicum in het tweede jaar

In het tweede jaar worden opdrachten uitgewerkt op het gebied van datastructuren, functionele talen, logisch en concurrent programmeren, simulaties, besturings- en databasesystemen, vertalers en systeemontwikkeling. Voortgebouwd wordt op de kennis en ervaring, opgedaan in het eerstejaarspracticum en op oefeningen uit de bijbehorende vakken.

Grotere nadruk ligt op de ontwerpfase, op de stijl van programmeren, op het testen, op de onderhoudbaarheid en de overdraagbaarheid naar andere gebruikers. Overigens bestaat het practicum uit een aantal complexe problemen uit de bovengenoemde vakgebieden.

### 3.4 Het practicum in het vierde jaar

In het laatste studiejaar worden grotere opdrachten uitgevoerd. De studenten dienen grondige studies te maken van complexe problemen, resulterend in complete,

gedocumenteerde implementaties. Studenten werken in tweetallen. Een goede taakverdeling en afstemming op elkaars werk is nodig.

In de eerste periode is het practicum hoofdzakelijk op de vakken vertalerbouw en databases gericht. Studenten werken aan een compiler- of databaseopdracht. In de eerste opgave wordt gevraagd een vertaler voor een zelf te definiëren taal te ontwerpen en te implementeren. Wie kiest voor een practicum database systemen, implementeert zelf een multi-user database management systeem. In beide opdrachten zijn overeenkomsten aan te wijzen in de aard van het werk, een transformatie naar onderliggende structuren, in de werkwijze en in de te gebruiken software hulpmiddelen.

Alle studenten dienen in de volgende opdracht een expertsystemshell te ontwerpen, waarvan de structuur van de kennisregels vastligt. De taal waarin men werkt is Prolog.

Het volgende practicumonderdeel kiezen studenten uit de vakgebieden besturingssystemen en computernetwerken. Voorbeelden van opdrachten zijn de bouw van een interactieve shell, een driver voor een RAM-disk, een windowmanager en de realisatie van een routeringsprotocol in een netwerk.

In het kader van het vak performance analyse ontwikkelen studenten programmatuur voor het berekenen van prestaties van een (onderdeel van een) computersysteem.

### 3.5 Tijdsbesteding en begeleiding

Het aantal beschikbaar gestelde computer-uren is voor het eerste jaar vier, het tweede zes en het vierde acht uur per week. Daarnaast wordt elke student elke week individueel begeleid door een persoonlijke practicumbegeleider. Voor het eerste studiejaar is dat een half uur, voor het tweede en het vierde één uur per student per week.

De begeleiding van de meeste opdrachten wordt uitgevoerd door bijna alle docenten, die in het betreffende studiejaar onderwijs verzorgen. Docenten begeleiden niet alleen die opdrachten, die uitsluitend met hun eigen vak te maken hebben. Het is de bedoeling, dat in het practicum vooral die aspecten van informatica en softwarebouw naar voren komen, waarmee kennis uit verschillende vakgebieden wordt geïntegreerd.

## 4 De configuratie

De geïnstalleerde hardware bestaat uit:

- 1 Sun 4/280 fileserver, 16 Mbyte,  
2 \* 890 Mbyte disk, tape, Exabyte;
- 1 Sun SPARCstation 2 fileserver, 32 Mbyte,  
2 \* 207 Mbyte disk, CD-ROM;
- 30 Sun Sparcstation SLC werkstations, 12 Mbyte,  
diskless;
- 2 Sun 4/110 werkstations, 8 Mbyte, 140 Mbyte disk;
- 2 VAX11/750, 8 Mbyte, 2 \* 456 Mbyte disk, tape,  
printers;
- 1 DECstation 3100/40 fileserver, 16 Mbyte,  
650 Mbyte disk, CD-ROM, tape;
- 14 DECstation 3100/30, 12 Mbyte, 104 Mbyte disk;
- 35 Atari 1040ST (blijven buiten beschouwing).

Alle machines zijn opgenomen in het HIOnet; een combinatie van DECnet en TCP/IP op een Thinwire (10BASE2) Ethernet bekabeling.

Op alle systemen draait een versie van Berkeley UNIX 4.3. Digital en Sun hebben elk hun eigen versie met enhancements en heten dan respectievelijk Ultrix en SunOS.

## 5 Inrichting van de practica

Tot en met het schooljaar 1986/87 werd voor de practica uitsluitend gebruik gemaakt van terminals, aangesloten op de beide VAX11/750's. Door de steeds toenemende vraag naar processor-capaciteit, is er een duidelijk beleid ontwikkeld voor de aanschaf van nieuwe apparatuur. Steeds worden knelpunten in het tweede en vierde studiejaar opgelost middels vervanging van bestaande door nieuwe apparatuur. De vrijkomende apparatuur wordt dan in het eerste studiejaar ingezet. Zo werden alle terminals geleidelijk vervangen door werkstations. Deze leveren meer van de benodigde processor-capaciteit voor de relatief zware practica. Andere redenen om werkstations in te zetten, zijn het scheppen van een realistische practicum-omgeving, en het aanbieden van window faciliteiten. Het aantal van 44 werkstations is voor de piekuren aangevuld met 14 ASCII terminals tot 58 werkplekken. Het practicum is van 08.00 tot 18.00 uur vrij toegankelijk voor studenten. Het aantal verbruikte uren wordt bijgehouden. Als alle werkplekken bezet zijn, treedt een algoritme in werking om plaats te maken voor studenten, die meer rechten hebben dan andere. De toegang wordt per systeem geregeld via Yellow Pages. Het Yellow Pages (YP) subsysteem maakt het mogelijk om op één YP master-server een database te onderhouden, waarin centraal voor het gehele HIOnet een aantal gegevens worden opgeslagen. Deze gegevens omvatten bijvoorbeeld de password-file, de

configuratie van het HIONet, het practicumrooster, op welke machine men mag inloggen enzovoort. Het voordeel van YP is, dat deze gegevens slechts op één plaats in het HIONet aangebracht hoeven te worden. Daartoe is de Sun 4/280 fileserver als YP master-server aangewezen. Op de werkstations wordt gebruik gemaakt van de aanwezige window faciliteiten. Onder SunOS is dit Open Windows en onder Ultrix wordt OSF/Motif gebruikt. In de praktijk is het verschil tussen Open Windows en OSF/Motif niet lastig of storend, mede omdat de onderliggende UNIX versies beide op Berkeley 4.3 zijn gebaseerd.

Alle user-data van docenten en studenten is gelocaliseerd op een 890 Mbyte disk van de Sun fileserver. Op de DECstations zijn bovendien alle executables van Ultrix op de lokale disk aanwezig. Op alle systemen wordt ruim gebruik gemaakt van het Network File System.

Het Network File System (NFS) maakt het mogelijk om op een bepaalde plaats in het bestaande filesysteem een filesysteem te mounten, dat op een disk van een ander systeem in het net aanwezig is. Zo zijn de online-manuals slechts op één plaats fysiek aanwezig, maar wel op elke systeem beschikbaar. Hetzelfde geldt voor de home-directories van de gebruikers en sommige applicaties.

Alle gebruikers maken gebruik van de standaard utiliteiten en commando's van UNIX. In het eerste jaar wordt de Bourne-shell gebruikt, alsmede Pascal en een statistisch pakket. In 1991 zal met een eerstejaars groep een proef worden gestart met de object-georiënteerde taal Eiffel. In het tweede jaar wordt de C-shell gebruikt, alsmede Pascal, C + system calls, Concurrent Pascal, Miranda (functionele taal), Prolog, een eigen RDBMS en Lex. In het vierde jaar verder nog Prolog en Yacc.

## 6 Beheer en onderhoud

### 6.1 Diverse architecturen

Als configuraties van verschillende leveranciers afkomstig zijn, bestaan er doorgaans diverse hardware-architecturen.

De architecturen van de VAX11/750's en de DECstations verschillen, ondanks dat ze afkomstig zijn van dezelfde fabrikant.

De Sun 4-systemen hebben de SPARC architectuur.

In de practica wordt alleen van systemen gebruik gemaakt van SPARCstations en DECstations. De VAX11/750's worden medio 1992 buiten gebruik gesteld en worden momenteel gebruikt als print- en modem-server.

Het gebruik van verschillende architecturen heeft uiteraard consequenties.

Voor het systeembeheer en de docenten betekent het, dat voor de verschillende architecturen steeds de juiste software beschikbaar moet zijn.

Voor de studenten betekent het, dat ze tegen de verschillen in architectuur aanlopen, hetgeen een positief leer-effect heeft.

## 6.2 Hard- en software onderhoud

Twee mensen besteden de helft van hun tijd aan het systeembeheer. Bij afwezigheid of ziekte is er doorgaans toch iemand aanwezig.

Elke week is er een ochtend van vier uur voor hard- en software onderhoud, alsmede voor het maken van backups. Alle noodzakelijke werkzaamheden worden zo veel mogelijk op deze ochtend geconcentreerd.

Nieuwe versies en updates van SunOS en Ultrix worden in principe zo spoedig mogelijk geïnstalleerd. Doorgaans gebeurt dit tijdens de tentamenperiodes. Ook ingrijpende hardware modificaties vinden in genoemde perioden plaats. Tijdens de les- en practica-perioden wordt getracht om de systemen zo lang en zo veel mogelijk draaiende te houden. De beschikbaarheid ligt gemiddeld op circa 99 procent.

## 6.3 Databeheer en backup

Elke week wordt met de Exabyte een volledige backup gemaakt van alle user data. Dit device heeft een opslagcapaciteit van 2 Gbyte op een video-8 cassette. Elke nacht wordt bovendien een backup gemaakt van de files, die de dag ervoor zijn gewijzigd. Er worden twee generaties tapes in leven gehouden. De oudste generatie bevindt zich buiten het gebouw van het H10. Van de systeem-software wordt elke eerste week van de maand een volledige backup gemaakt en elke week daarna een incrementele backup. Ook hiervan worden de oudste tapes buiten het H10-gebouw bewaard.

## 7 Historisch overzicht van de hardware

- 1971 ponskaartverwerking via de Technische Hogeschool Twente († 1974)
- 1974 PDP11/05, idem via de Rijks Universiteit Groningen († 1985)
- 1976 PDP11/40 († 1978)
- 1978 PDP11/60 († 1985)
- 1985 2 \* VAX11/750 († 1992)
- 1987 15 \* Sun 3/50 († 1991)
- 1988 Sun 4/280 fileserver; 2 \* Sun 4/110; 35 \* Atari
- 1989 VAX fileserver; 15 \* VAXstation 3100 († 1991)

1990 SPARCstation 1+  
1991 SPARC fileserver; 30 SPARCstations SLC;  
DEC fileserver; 14 DECstations 3100

## 8 Afsluiting

- diverse architecturen vragen meer systeembeheer, maar verbreden kennis en inzicht van studenten én docenten;
- 2 verschillende architecturen is het maximum in relatie tot de grootte van de organisatie en de beschikbare mankracht voor systeembeheer;
- per studiejaar moet zo veel mogelijk identieke software worden ingezet; dit geldt zeker voor het eerste jaar;
- systemen en/of architecturen (ook al krijgt men ze gratis), die niet in het HIONet "passen", dreigen door de gebruikers gemeden te worden;
- een netwerk om alle systemen te koppelen is uit het oogpunt van systeembeheer onontbeerlijk.