

Aanvraagformulier Wijziging RIO-indeling en/of Bekostigingsniveau

1. Basisgegevens Instelling

Naam instelling(en)	Vrije Universiteit Amsterdam
BRIN-code(s)	21PL
KvK-nummer(s)	53815211
Contactpersoon aanvraag	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
Contactpersoon CvB	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]

2. Basisgegevens Opleidingen

Naam	1. BSc Econometrie en Operationele Research (B EOR) 2. BSc Econometrie en Data Science (B EDS) 3. MSc Econometrics and Operations Research (M EOR)
Oriëntatie	Alle drie de opleidingen: wo
Niveau	B EOR en B EDS: bachelor M EOR: master
Vorm	Alle drie de opleidingen: voltijd
Taal	B EOR en B EDS: gedeeltelijk Engels, gedeeltelijk Nederlands M EOR: Engels
Studielast	B EOR en B EDS: 180 ECTS M EOR: 60 ECTS
Studieduur	B EOR en B EDS: 3 jaar M EOR: 1 jaar
ISAT-code	B EOR: 56833 B EDS: 59332 M EOR: 66833
Huidig RIO-(sub)onderdeel	Alle drie de opleidingen: 1. Economie (bron: RIO webpagina)
Huidig bekostigingsniveau	Alle drie de opleidingen: Laag
Voorgesteld nieuw RIO-(sub)onderdeel	Alle drie de opleidingen: 3. Natuur (bron: RIO webpagina)
Voorgesteld nieuw bekostigingsniveau	Alle drie de opleidingen: Hoog

3. Inhoud opleiding en onderwijsprogramma's

BSc Econometrie en Operationele Research (B EOR)

In deze opleiding leren studenten om economische, bedrijfs- en financiële vraagstukken te onderzoeken en op te lossen met kwantitatieve technieken. Studenten doen vaardigheden op het gebied van wiskunde, analytisch redeneren, probleemoplossing en presenteren op.

In het eerste jaar wordt een stevige methodologische basis voor de studie gelegd met kansberekening, analyse, statistiek en leert programmeren. Daarnaast volgen studenten ook een aantal economische en financiële vakken en ze krijgen een introductie in drie specialisaties: Econometrics, Operations Research en Mathematical Economics.

In het tweede jaar borduurt het programma verder op de methodologische vaardigheden en komt de student nog meer te weten over de drie specialisaties Econometrics, Operations Research en Mathematical Economics. Ook wordt er in kleine groepjes aan verschillende case studies gewerkt, om de opgedane kennis in de praktijk toe te passen. Studenten rapporteren en presenteren de resultaten van het project, waarbij ze leren om feedback te geven en te ontvangen.

In het derde jaar verbreden studenten hun horizon met een minor binnen de faculteit of daarbuiten, een uitwisseling met een buitenlandse partneruniversiteit of een stage. In de tweede helft van het jaar kiezen studenten hun specialisatie in Econometrics, Operations Research of Mathematical Economics. Tenslotte schrijven ze hun bachelorscriptie over een onderwerp dat hen interesseert.

Een overzicht van het programma en de vakken is te vinden op [Bachelor Econometrics and Operations Research - Vrije Universiteit Amsterdam \(vu.nl\)](https://www.vu.nl/en/bachelor/econometrics-and-operations-research).

BSc Econometrie en Data Science (B EDS)

Econometrics and Data Science is een uitdagende opleiding, waar studenten econometrie met statistische data-analyse en informatica leren combineren om gecompliceerde problemen op te lossen in bijvoorbeeld de economie, de financiële sector of het bedrijfsleven.

Afgestudeerden hebben uitstekende wiskundige vaardigheden, kennis van data-analyse, probleemoplossend vermogen en goede communicatie- en presentatievaardigheden. Ze zullen immers hun oplossingen ook moeten kunnen uitleggen aan anderen die geen econometrist zijn. Daarnaast leren studenten omgaan met de ethische kwesties die spelen bij het werken met data.

Econometrics and Data Science heeft een grondig verweven combinatie van econometrie en de vier belangrijke elementen uit de datawetenschappen (database management, algoritmes, distributed computing en statistiek & machine learning), met een focus op statistische methodes geschikt voor economische en financiële data. Veel data science organisaties hebben een grote interesse in een dergelijk studieprofiel. Afgestudeerden met een diploma in Econometrics and Data Science hebben waardevolle vaardigheden voor iedere rol waarbij analyseren, begrijpen en het extraheren van informatie uit data belangrijk is. Ze zullen ook verbanden kunnen leggen dankzij data, om bijvoorbeeld voorspellingen te doen of het proces van besluitvorming makkelijker te maken. Voorbeelden hiervan zijn:

- Datagestuurde analyse van monetair beleid voor een centrale bank om bijvoorbeeld scenario's bij macro-economische veranderingen door te rekenen;
- Rendementsbepalingen met econometrische en statistische analyse van markten (rente, aandelen, vastgoed) voor financiële besluitvorming;
- Econometrische en data science methoden gebruiken om marketing data te analyseren en om tijdreeksen in andere vakgebieden, zoals klimaat- en milieuwetenschappen, te analyseren (bijvoorbeeld voor de statistische analyse van luchtverontreiniging).

In het eerste jaar van de opleiding komt het interdisciplinaire karakter tot uiting in de focus op zowel de 'bètakant' van de opleiding met de beginselen van wiskunde, statistiek en computer science, als de

'gammakant' van het programma, - economie en finance – die ook aan bod komen. Daarnaast worden er specifieke inleidende vakken aangeboden in het vakgebied data science.

In het tweede jaar ligt de focus op het bestuderen van fundamentele methodes in de econometrie, computer science en statistiek, en leren de studenten over de ethische aspecten van data science. Vier vakken worden samen met studenten van B Econometrie en Operationele Research gevolgd: 'Econometrics I', 'Econometrics II', 'Numerical Methods' en 'Ethics'.

Daarnaast worden zes vakken uit verschillende vakgebieden aangeboden, voornamelijk computer science ('Data Structures and Algorithms' en 'Database Fundamentals and Applications') en statistiek/methodologie ('Multivariate Statistics' en 'Data Science Methods'), zodat het curriculum de interdisciplinaire aard van data science weergeeft. Dit wordt versterkt doordat de vakken in computer science worden gevolgd door de statistiekvakken waar de bij computer science gedoeerde technieken geïntegreerd worden door ze onderdeel te maken van de statistische analyse en de noodzaak van algoritmes voor het oplossen van veel statistische problemen te laten zien.

Er zijn ook twee praktisch ingerichte Data Science vakken ('Data Science Practical' and 'Data Science Project'), waarbij de studenten in groepsprojecten leren om data science problemen op te lossen.

In het eerste semester van het derde jaar kunnen studenten ervoor kiezen om een minor te volgen, op de faculteit of daarbuiten. Een semester in het buitenland studeren is ook een optie. Daarnaast hebben studenten de mogelijkheid om een stage te doen. In het tweede semester volgen ze gevorderde inhoudelijke vakken: 'Machine Learning' en 'Econometrics III'. Daarnaast volgen ze een keuzevak (zie opties hieronder). Deze vakken dragen bij aan hun profiel als econometrist/data scientist voor wat betreft de focus van de toepassing. In de laatste periode schrijven de studenten hun bachelorscriptie over een onderwerp naar keuze.

Een overzicht van het programma en de vakken is te vinden op [Bachelor Econometrics and Data Science - Vrije Universiteit Amsterdam \(vu.nl\)](#).

MSc Econometrics and Operations Research (M EOR)

Tijdens de masteropleiding Econometrics and Operations Research ontwikkelen studenten hun kennis, begrip en vaardigheden op het gebied van kwantitatieve analyse en leren ze algemene, bedrijfskundige, financiële en economische problemen oplossen.

Bij de start van de master kiezen studenten voor de track Econometrics of de track Operations Research. Bij Econometrics ligt de focus op het toepassen van statistische gegevens, data science en econometrische modellen om economische, financiële en marketing gegevens te analyseren. Bij Operations Research verdiepen studenten zich in de ontwikkeling en toepassing van kwantitatieve methoden ten bate van betere besluitvorming in economie, bedrijfsvoering en financiering.

Een overzicht van het programma en de vakken is te vinden op [Master's Econometrics and Operations Research - Vrije Universiteit Amsterdam \(vu.nl\)](#).

4. Doelgroep van de opleiding en nadere vooropleidingseisen

B EOR en B EDS

De ideale student voor deze opleidingen heeft een kwantitatief profiel en goed ontwikkelde wiskundevaardigheden. Daarnaast is een voorliefde voor het oplossen van complexe problemen wenselijk.

Studenten met een vwo-diploma met het volgende profiel zijn toelaatbaar:

- Economie en Maatschappij, aangevuld met wiskunde B
- Cultuur en Maatschappij, aangevuld met wiskunde B
- Natuur en Techniek
- Natuur en Gezondheid, aangevuld met wiskunde B

Studenten met een propedeuse- of bachelordiploma van een hbo-instelling moeten aantonen te beschikken over wiskunde B en Engels op vwo-eindexamenniveau.

Internationale studenten moeten een middelbare schooldiploma hebben dat gelijk is aan het vwo-diploma (met benodigd niveau wiskunde), om in aanmerking te komen voor toelating. Daarnaast moeten deze studenten aantonen te beschikken over Engelse taalvaardigheid door een van de volgende toetsen te doen:

- IELTS Academic: 6,5 totaal
- TOEFL iBT (92) of paper-based (580)
- Cambridge C1 Advanced of C2 Proficiency: met cijfer A, B of C

M EOR

Studenten met een bachelordiploma Econometrie en Operationele Research van een Nederlandse universiteit zijn direct toelaatbaar tot de master Econometrics and Operations Research.

Met een andere bacheloropleiding moeten studenten voor de track Econometrie een solide achtergrond hebben in wiskunde (calculus, analysis), kansrekening, (wiskundige) statistiek en econometrie. Basiskennis van programmeren is ook een vereiste. Voor Operations Research is uitgebreide wiskundekennis nodig en kennis van stochastisch modelleren, operationele research en deterministische optimalisatie. Voorkennis op het niveau van een bachelor EOR op het gebied van lineaire algebra, kansberekening, analyse en statistiek is ook een vereiste. Ervaring met optimalisatie en numeriek programmeren is ook een toelatingseis.

Voor internationale studenten gelden aanvullende toelatingseisen met betrekking tot de beheersing van de Engelse taal:

- IELTS Academic: 6,5 totaal en minimum subscore voor schrijven van 6,5 en de andere 6,0;
- TOEFL iBT (92) of paper-based (580);
- Cambridge C1 Advanced of C2 Proficiency: met cijfer A, B of C.

5. Beroeps-/arbeidsmarktprofiel afgestudeerden

B EOR en B BDS

De overgrote meerderheid van de afgestudeerde B EOR-studenten stroomde door naar een M-opleiding, en in 90% van de gevallen is dat een MSc-opleiding in Nederland. 71% koos voor de M Econometrics and Operations Research van SBE. Andere vaker gekozen VU-masters waren de master Finance (4%), de master Mathematics, de master Business Analytics en de master Artificial Intelligence (allen 2%). In de afgelopen vijf jaar zijn drie EOR-afgestudeerden begonnen aan de onderzoeksmaster Economie van het Tinbergen Instituut.

De B BDS komt voort uit specialisatie Econometrics and Data Science van de B EOR. De afgestudeerden van deze specialisatie kozen ook vaak voor de M Econometrics and Operational Research: van de dertig studenten die afstudeerden van 2019 tot 2021, schreven twintig zich in voor de master EOR. Vier van de studenten gingen verder met de onderzoeksmaster Business Data Science (Tinbergen Instituut), drie van hen schreven zich in voor de M Finance en andere studenten gingen naar de faculteit Bètawetenschappen van de VU of gingen niet meteen door naar een masteropleiding.

M EOR

M EOR-afgestudeerden vinden meestal snel een baan: gemiddeld duurt het minder dan 3 maanden tot ze hun eerste reguliere baan hebben gevonden en een kwart heeft al een baan voordat ze zijn afgestudeerd. Volgens Elsevier genieten zij ook een hoog aanvangssalaris: bruto €3300 per maand. Afgestudeerden vinden banen als analist, data consultant, data scientist en promovendus in verschillende sectoren. Voorbeelden van organisaties waar zij zijn gaan werken zijn: Deloitte, DNB, CBS, ING Groep en universiteiten. Volgens een onderzoek op Magnet.me was in 2021 was M EOR de op twee na populairste masteropleiding in Nederland onder werkgevers.

Als bijlage wordt het document 'Verzoek tot wijziging bekostigingsniveau' van de zes Nederlandse universiteiten die econometrie-opleidingen aanbieden, meegestuurd. Daarin wordt de groeiende arbeidsmarktvrage verder toegelicht.

6. Analyse verwant (toekomstig) aanbod

De studie econometrie is een opleiding die zich richt op het toepassen van wiskunde en statistiek. De opleiding is interdisciplinair en combineert modellen met statistische methoden om complexe problemen in de economie, financiën en bedrijfskunde op te lossen. Econometrie omvat technieken uit de wiskunde, statistiek, informatica en waarschijnlijkheidsrekening. Daarnaast heeft econometrie zich de afgelopen jaren ontwikkeld richting data analytics, data science, AI en machine learning. Er is dan ook een directe verwantschap met zowel de bèta-opleidingen Wiskunde, Technische Wiskunde, Toegepaste Wiskunde als de bèta-opleidingen Informatica/Business Analytics/Data Science.

Daarnaast kennen de econometrie-opleidingen dezelfde instroomdoelgroep en worden econometriestudenten voor vergelijkbare banen opgeleid. Zie voor verdere uitwerking van de verwantschap onder 7 (motivering voor wijziging RIO-indeling). De econometrie-opleidingen zijn hiermee verwant aan diverse bètaopleidingen, die allen ondergebracht zijn in zowel de RIO-sectoren Natuur (3) als Techniek (4) (bron: [RIO](#)).

Bacheloropleidingen in de sector Natuur die verwant zijn:

- B Wiskunde, croho/RIO onderdeel Natuur | isat 56980 | LEI, RUG, UU, UvA, RU;
- B Kunstmatige Intelligentie, croho/RIO onderdeel Natuur | isat 56981 | RUG, UU, UvA;
- B Artificial Intelligence, croho/RIO onderdeel Natuur | isat 56945 | VU, RU;
- B Business Analytics, croho/RIO onderdeel Natuur | isat 56856 | VU (voorheen: BSc Bedrijfswiskunde en Informatica).

Bacheloropleidingen in de sector Techniek die verwant zijn:

- B Technische Wiskunde, croho/RIO onderdeel Techniek | isat 56965 | RUG, TUD, TUE;
- B Applied Mathematics, croho/RIO onderdeel techniek | isat 59336 | UT, TUE, TUD, RUG.

Masteropleidingen in de sector Natuur die verwant zijn:

- M Wiskunde, croho/RIO onderdeel Natuur | isat 66980 | LEI, RUG, UvA, VU, RU;
- M Statistics and Data Science, croho/RIO onderdeel Natuur | isat 60957 | LEI;
- M Artificial Intelligence, croho/RIO onderdeel Natuur | isat 66981 | RUG, UU, UvA, VU, RU.

Masteropleidingen in de sector Techniek die sterk verwant zijn:

- M Applied Mathematics, croho/RIO onderdeel Techniek | isat 60348 | RUG, TUD, UT;
- M Data Science and Artificial Intelligence, croho/RIO onderdeel Techniek | isat 60976 | TUE;

- M Data Science and Artificial Intelligence Technology, croho/RIO onderdeel Techniek | isat 60992 | TUD.

Aangezien de opleidingen econometrie zich richten op wiskunde, statistiek, business analytics en kunstmatige intelligentie en de sterke verwantschap met deze opleidingen zowel op inhoud als op het instroom- en uitstroomprofiel als op de opleidingsvorm zit, ligt de RIO-sector Natuur het meest voor de hand. Dit wordt verder toegelicht bij paragraaf 7.

7. Motivering voor wijziging RIO-indeling

Econometrie heeft alle kenmerken van een bètawetenschap, zoals wiskunde, informatica/business analytics/data science. Econometrie omvat technieken uit de wiskunde, statistiek, informatica, economie en waarschijnlijkheidsrekening. Daarnaast heeft econometrie zich de afgelopen jaren ontwikkeld richting data science en machine learning. Econometrie kent daardoor een zeer grote overlap met de bèta-opleidingen¹ Wiskunde en Informatica/Business Analytics/Data Science. In het buitenland worden opleidingen aangeboden met een vergelijkbare inhoud als econometrie, vaak voor een groot deel bij wiskundefaculteiten.

Niet alleen de inhoud van de econometrie-opleidingen kent een grote overeenkomst met de genoemde bèta-opleidingen, ook de urgente knelpunten komen overeen met de bètasector, zoals beschreven in het rapport 'Een nieuw fundament: beeld van de bètasector (Meijer, Januari 2019)' van de 4TU.Federatie en die hieronder worden toegelicht.

Er is grote vraag naar econometristen en de rol van econometrie in de analyse van big data, data science en artificial intelligence zal alleen maar toenemen (Bisschop & Zwetsloot, 2019). Het geschetste beeld van de bètasector zoals beschreven in het rapport van de 4TU.Federatie kent niet alleen grote overeenkomsten met de inhoud, maar ook met de ervaren urgente knelpunten van de econometrie-opleidingen die extra investeringen nodig maken.

Econometrie is een bètawetenschap

Econometrie is aantoonbaar een bètawetenschap, op basis van de volgende kenmerken:

1. De inhoudelijke overlap tussen econometrie- en bèta-opleidingen;
2. Gericht op dezelfde doelgroep;
3. Nauwe samenwerkingsverbanden met technische universiteiten.

Ad 1. De inhoudelijke overlap tussen econometrie- en bèta-opleidingen

Econometrie kenmerkt zich door het kwantificeren van de verhoudingen tussen verschillende economische grootheden, door gebruik van wiskundige en statistische technieken. Ook informatica speelt een belangrijke rol bij het ontwerp, toetsen en gebruiken van econometrische modellen. Er is dan ook een grote overlap met zowel de bèta-opleiding Wiskunde als de bèta-opleidingen Informatica/Business Analytics/Data Science. Het onderscheid met gamma-opleidingen en de overlap met bèta-opleidingen is niet alleen zichtbaar in overeenkomende vakken, maar ook in de diepgang waarin vakken onderwezen worden. Het gaat hierbij niet alleen om het kunnen toepassen, maar ook om het daadwerkelijk begrijpen hoe en waarom iets werkt². Het laatste is van wezenlijk belang voor de unieke competentie om te kunnen komen tot innovatieve toepassingen.

¹ Met een bèta-opleiding wordt bedoeld een opleiding aangeboden door een technische universiteit of een bètafaculteit van een (niet-technische) universiteit, welke in aanmerking komen voor bekostigingsniveau 'Hoog'.

² Bij een empirische masterscriptie voor een economie- of sociaalwetenschappelijke opleiding is het voldoende om kennis te hebben van bestaande statistische methoden, en van hun toepasbaarheid en interpretatie in

In het rapport van de 4TU.Federatie worden de geprioriteerde focusgebieden van Wiskunde en Informatica beschreven. Econometrie heeft grote raakvlakken met deze focusgebieden, zoals blijkt uit het overzicht in bijlage 1. De sterke overlap is ook zichtbaar op nieuwere ontwikkelingen binnen deze gebieden, zoals statistisch leren, data science, machine learning en artificial intelligence. Daarnaast is in het laatste decennium de aandacht van Econometrie en OR verschoven naar onderwerpen gerelateerd aan “climate change” en “biogeosciences” (climate econometrics). Al deze onderwerpen bevinden zich vooral op het bèta domein.

Op basis van deze focusgebieden is een inhoudelijke opleidingsvergelijking gemaakt met de bijbehorende Nederlandse bèta-opleidingen, te weten wiskunde aan een technische en een gamma universiteit, alsook een opleiding op het gebied van business analytics en data science aangeboden door faculteiten der bètawetenschappen. Uit bijlage 2 blijkt een zeer grote inhoudelijke overlap tussen econometrie- en deze bèta-opleidingen.

In een aantal landen worden opleidingen aangeboden met een vergelijkbare inhoud als econometrie, vaak voor een groot deel bij wiskundefaculteiten. Opleidingen in Duitsland met een vergelijkbare inhoud en afstudeerprofielen zijn de bèta-opleidingen Wirtschaftsmathematik en Wirtschaftsinformatik. Er zijn zo’n 25 bacheloropleidingen Wirtschaftsmathematik op universiteiten, en het grootste gedeelte van het curriculum wordt meestal door de wiskundefaculteit aangeboden.

Ook in Engeland zijn vergelijkbare opleidingen als wiskunde en data science (zoals University of Oxford, University College London en University of Cambridge), die zijn ondergebracht bij technische of wiskundefaculteiten. Daarnaast zien we zowel in binnen- als buitenland dat Operations Research (soms onder een andere naam, zoals Applied of Applicable Mathematics) vaak als specialisatie kan worden gekozen binnen een wiskunde of technische opleiding.

Econometrie komt daarom overeen met de zogenaamde STEM-opleidingen (Science, Technology, Engineering, Mathematics), iets wat in het buitenland al eerder erkend is. In België bijvoorbeeld hebben de vergelijkbare data science, wiskunde en AI-opleidingen allemaal een STEM-label. Dit label wordt toegekend aan studierichtingen waarin het accent ligt op wiskunde, exacte wetenschappen, techniek of ICT.

In de Verenigde Staten staan al vele jaren de Econometrische en Kwantitatieve Economie opleidingen op de lijst van STEM opleidingen. Veel Amerikaanse universiteiten (77%) met econometrische dan wel kwantitatieve economie opleidingen hebben een STEM-classificatie aangevraagd en gekregen, met een hogere financiering, zoals New York University, Princeton University, Yale College, Columbia College, Brown University etc. Deze STEM-classificatie wordt door het National Centre for Education and Statics als volgt gedefinieerd:

STEM (CIP Code 45.0603): A program that focuses on the systematic study of mathematical and statistical analysis of economic phenomena and problems. Includes instruction in economic statistics, optimization theory, cost/benefit analysis, price theory, economic modeling, and economic forecasting and evaluation (National Centre for Education Statistics, 2023).

Ad 2. Gericht op dezelfde doelgroep, zowel op instroom als uitstroom

De genoemde bèta-opleidingen komen niet alleen sterk overeen met econometrie, ook is deze gericht op dezelfde doelgroep, met vergelijkbare vooropleidingseisen, zoals in elk geval Wiskunde B bij de

specifieke situaties. Bij een econometrie-scriptie wordt verwacht dat bestaande methoden worden uitgebreid, of nieuwe methoden worden ontwikkeld voor problemen waarbij het bestaande methodenapparaat tekortschiet; en dat de statistische eigenschappen daarvan met analytische en simulatiemethoden worden onderzocht.

bacheloropleidingen. Ook de geboden onderwijsvormen zijn met elkaar vergelijkbaar, waarbij naast grootschalige colleges studenten werken in kleinschalige werkgroepen. Gezien de inhoudelijke overlap met bèta-opleidingen leiden de econometrie-opleidingen op voor hetzelfde arbeidsmarktprofiel als bijvoorbeeld de toegepaste wiskunde en data-science opleidingen.

Ad 3. Nauwe samenwerkingsverbanden met technische universiteiten

Tevens is er sprake van samenwerkingsverbanden met technische universiteiten. Veel van de AiO's op het gebied van OR volgen vakken bij twee landelijke PhD en Masternetwerken: Landelijk Netwerk Mathematische Besliskunde (LNMB) en de Dutch Research School for Transport Infrastructure and Logistics (TRAIL), waarin ook technische universiteiten participeren en tevens wiskunde promovendi vakken volgen. Ook is er samenwerking met het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI).

Tilburg University en de Technische Universiteit Eindhoven kennen een nauwe samenwerking, in de vorm van het aanbieden van gezamenlijke bachelor en masteropleidingen op het gebied van Data Science (waar voor instroom in de masteropleiding Econometrie voor TU studenten zelfs nog aanvullende wiskundige kennis benodigd is door middel van een te behalen minor).

Als separate bijlage is toegevoegd het document 'Verzoek tot wijziging bekostigingsniveau', met daarin de motivering voor wijziging in RIO-indeling en motivering voor wijziging bekostigingsniveau. Dit verzoek wordt ingediend namens de rectoren van de zes universiteiten die econometrie-opleidingen aanbieden, te weten Erasmus Universiteit Rotterdam (EUR), Universiteit van Amsterdam (UvA), Rijksuniversiteit Groningen (RUG), Universiteit van Tilburg (TiU), Universiteit Maastricht (UM) en de Vrije Universiteit (VU).

De zes rectoren hebben hun verzoek met motivering op advies van de NVAO voorgelegd aan een panel van deskundigen, bestaande uit [REDACTED]. In hun adhesiebetuiging van 17 mei 2024 (in een separate bijlage, inclusief de procesbeschrijving) is de conclusie van het panel dat de opleiding econometrie wat betreft inhoud overeenkomsten vertoont met bèta-opleidingen als wiskunde en informatica/business analytics/data science. Ook erkent het panel dat econometrie-opleidingen te maken hebben met urgente knelpunten vergelijkbaar met die van de bètasector.

8. Motivering voor wijziging bekostigingsniveau

De financiering van het onderwijs en onderzoek binnen de econometrie opleidingen staat onder druk. Oorzaak is de voortschrijdende technologie nu en in de toekomst, en de grote aankomende internationale maatschappelijke transitie, met als gevolg:

1. Groeiende arbeidsmarktvrage;
2. Noodzakelijke investeringen en aanpassingen in zowel onderwijs als onderzoek;
3. De student-stafratio staat onder druk.

Ad 1. Groeiende arbeidsmarktvrage

De groei van het aantal econometriestudenten is fors, waar veel opleidingen binnen een bestek van een aantal jaar toenames hebben gezien van 20-50%. Nederlandse cijfers, afkomstig van het Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt (ROA), laten echter zien dat in de arbeidsmarkt voor technisch hoger opgeleiden de te verwachten vrage het te verwachten aanbod de komende jaren aanzienlijk nog steeds zal overtreffen (ROA, 2021). Het ROA verwacht in het segment ingenieurs en onderzoekers wiskunde-, natuur-, en technische wetenschappen zeer grote knelpunten. Voor deze beroepen geldt dat de instroom niet voldoende is om aan zowel de vervangingsvrage als aan de uitbreidingsvrage te voldoen. In haar rapport 'De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2026'

(ROA, 2021), geeft het ROA aan dat er steeds meer vraag naar technisch geschoolde mensen is in niet-technische beroepen, aangezien er steeds meer vraag is naar werknemers met technisch inzicht en probleemoplossend vermogen.

De sterke positie op de arbeidsmarkt en mismatch tussen capaciteit en vraag blijkt ook aan het percentage studenten dat snel een baan vindt en het startsalaris. Uit onderzoek van de RUG blijkt dat 93% van de econometrie-alumni een volledige baan heeft. Volgens het jaarlijkse onderzoek Studie & Werk van SEO Economisch Onderzoek (Bisschop & Zwetsloot, 2019), zijn het met name ook de econometriestudenten die het snelst de weg naar de arbeidsmarkt vinden en het hoogste startsalaris hebben. Tevens, zo stelt SEO, Nederland is een diensteneconomie en financieel-, marketing-, transport en logistiek gamma-econometristen zijn zeer gewild in het bedrijfsleven, met name in ICT-gerelateerde functies.

Dit komt overeen met de constatering van de Commissie Van Rijn in het rapport 'Wissels om' (2019). De commissie signaleert een grote mismatch tussen beschikbare opleidingscapaciteit en arbeidsmarktvraag in bètatechniek, en vreest dat de Nederlandse kenniseconomie grote schade zal leiden als dit probleem niet wordt opgelost. De algemene verwachting is dat de vraag in de bètatechniek en dus ook naar econometristen alleen nog maar zal groeien, gezien de voortschrijdende technologie zoals robotisering en digitalisering, artificial intelligence en verschuivingen naar onderwerpen op het gebied van climate econometrics, health econometrics etc. Niet alleen is er enorme en steeds groeiende behoefte aan afgestudeerden met zogenaamde 'STEM-competenties' (Science, Technology, Engineering, Mathematics), maar ook zal de rol van econometrie in de analyse van big data alleen maar toenemen, zoals aangegeven wordt in het Sectorplan Onderwijs Bètatechniek (Haagsma & Apers, Juni 2020).

Ad 2. Noodzakelijke investeringen en aanpassingen in zowel onderwijs als onderzoek

Om te voldoen aan de vraag op de arbeidsmarkt en de ontwikkeling van de econometrie richting data science en machine learning, hebben de meeste econometrie-opleidingen hun curriculum hierop aangepast. Regelmatig ging dit ook gepaard met een naamwijziging. Voorbeelden aan de VU zijn de Bachelor Econometrics & Data Science, Minor "Applied Econometrics: A Big Data Experience", en MSc specialisaties: Econometrics & Data Science, Marketing Data Science. Van de afgestudeerde econometristen werkt dan ook al iets meer dan de helft van het 2018 cohort bij UM als data scientist (bij bedrijven als Tesla en Philips). Studenten worden tevens, na promotie, ook regelmatig docent bij de technische universiteiten. Voor studenten Econometrie is het mogelijk om uit te stromen als wiskunde docent in onder andere het voortgezet onderwijs, door het volgen van een educatieve minor (zowel bij de RUG als de EUR).

Zoals beschreven in de Strategische Agenda Hoger Onderwijs en Onderzoek - Houdbaarheid voor de Toekomst (December 2019) is het van cruciaal belang om het onderwijs te laten aansluiten op de veranderende samenleving en arbeidsmarkt. Nederland staat voor grote maatschappelijke transitie in de zorg, energieproductie, voedselvoorziening, klimaat, digitalisering, veiligheid en huisvesting, die zich niet beperken tot onze landgrenzen. Om deze transitie te realiseren is kennis nodig vanuit onder andere de bèta-technische wetenschappen, zoals onze econometristen, voor het ontwikkelen van de technologieën die onmisbaar zijn voor succesvolle transitie. In vergelijking met ons omringende landen leidt Nederland echter veel te weinig technici op. Om aan de vraag naar toekomstige econometristen te voldoen zullen investeringen gedaan moeten worden om daarmee de opleidings- en onderzoekscapaciteit uit te breiden. Ook de ontwikkeling van een tweejarige masteropleiding wordt niet uitgesloten en behoort tot de mogelijkheden.

Ad 3. De student-stafratio staat onder druk

Het onderwijs van bèta-opleidingen en technische universiteiten, alsook van de econometrie-opleidingen kenmerkt zich door het bieden van kleinschalig onderwijs naast grootschalige colleges. Het

onderwijs in kleine werkgroepen is noodzakelijk om studenten intensieve begeleiding te kunnen geven, om wiskundige en statistische technieken effectief toe te passen in praktische situaties, en daarmee het hoge niveau van de opleidingen te handhaven, waar de arbeidsmarkt om vraagt. Dit onderscheidt econometrie van gamma-opleidingen, aangezien econometrie diepgaande kennis en zware begripsvorming vereist, van bijvoorbeeld statistische methoden en econometrische modellen, alsook de toepassing daarvan.

Door de forse groei van de omvang van de studentpopulatie voor de econometrie-opleidingen is de werkdruk bij de wetenschappelijke staf en de druk op het wetenschappelijk onderzoek sterk toegenomen, doordat het aantal docenten niet evenredig is meegegroeid. Dit wordt tevens ingegeven door de eisen aan en verwachtingen over de verhouding van onderwijs en onderzoek. Hierdoor komt de student-stafratio onder druk te staan.

Dit wordt versterkt door het moeilijk kunnen voorzien van openstaande vacatures voor docenten Econometrie en gekwalificeerde staf, doordat er geconcurrereerd moet worden met de grote vraag naar econometristen en met salarissen in het bedrijfsleven, maar ook met bètafaculteiten en technische universiteiten met een hoger bekostigingsniveau dan de econometrie-opleidingen. Deze problematiek werpt ook gevaren op het gebied van onderzoek.

Doordat de opleidingscapaciteit onder druk is komen te staan zien de econometrie-opleidingen zich genoodzaakt tot noodmaatregelen, die ook in het Sectorplan (Haagsma & Apers, Juni 2020) worden genoemd voor de bèta-opleidingen, zoals meer grootschalige colleges en te grote aantallen studenten indelen bij practica. Om de student-stafratio te verbeteren en daarmee het studiesucces te verhogen zal er geïnvesteerd moeten worden in het aanstellen van gekwalificeerd wetenschappelijke staf.

De econometrie-opleidingen vallen nu onder het cluster Economie met bekostigingsniveau 'laag'. Om de kwaliteit van het onderwijs en daarmee ook de uitstekende reputatie van de Nederlandse econometrie-opleidingen in de wereld te behouden, alsook om aan de vraag te kunnen voldoen en de econometrie door te ontwikkelen in bijvoorbeeld data science, machine learning en artificial intelligence, zijn investeringen in opleidings- en onderzoekscapaciteit nodig. Het huidige financieringskader bemoeilijkt de concurrentiepositie ten opzichte van bètafaculteiten in het aanstellen van getalenteerd personeel en biedt daarom econometrie-opleidingen onvoldoende ruimte om te groeien en te investeren in onderwijs en onderzoek. Dit rechtvaardigt daarom de econometrie-opleidingen in aanmerking te laten komen voor bekostigingsniveau 'Hoog', gelijk aan de bèta-opleidingen zoals wiskunde en informatica in de RIO-indeling Natuur.

In de separate bijlage 'Verzoek tot wijziging bekostigingsniveau' wordt dit nader toegelicht, met daarin de motivering voor wijziging in RIO-indeling en motivering voor wijziging bekostigingsniveau.

9. Afstemming

Vanaf 2020 is een aantal keren contact met OCW en de NVAO geweest over dit verzoek. Landelijke afstemming van dit verzoek heeft plaatsgevonden tussen de rectoren van de universiteiten die econometrie-opleidingen aanbieden, te weten EUR, UvA, RUG, TiU, UM en VU. Tevens is dit verzoek afgestemd in het landelijke decanenoverleg economie en bedrijfskunde (DEB).

Bronnen

- Bisschop, P., & Zwetsloot, J. (2019). *Studie & Werk. De arbeidsmarktpositie van hbo- en wo-alumni*. SEO Economisch Onderzoek.
- Haagsma, I., & Apers, A. (Juni 2020). *Sectorplan Onderwijs*. 4TU.Federatie.
- Meijer, B. (Januari 2019). *Een nieuw fundament: beeld van de bètasector*. 4TU.Federatie.
- National Centre for Education Statistics. (2023, 11 17). *Detail for CIP Code 45.0603*. Opgehaald van CIP The classification of instructional programmes:
<https://nces.ed.gov/ipeds/cipcode/cipdetail.aspx?y=55&cip=45.0603>
- Rijn, C. v. (2019). *Wissels om. Naar een transparante en evenwichtige bekostiging, en meer samenwerking in hoger onderwijs en onderzoek*. Rapport Adviescommissie Bekostiging Hoger Onderwijs en Onderzoek.
- ROA. (2021). *De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2026*. Maastricht: ROA.

Bijlage 1: Focusgebieden wiskunde en Informatica, overlap met Econometrie

Bron: Een nieuw fundament: beeld van de bètasector (■■■■■, Januari 2019).

Ingevuld door Erasmus School of Economics, aanpassingen door School of Business and Economics, VU.

X = Weinig overlap

XX = Redelijke overlap

XXX = Grote overlap

Focusgebied Wiskunde	Econometrie	Overlap
Symmetrie en meetkunde	Grote delen van de optimalisering (b.v. lineaire programmering, ellipsoïde- en inwendige-puntmethoden, polyhedrale methoden, grafentheorie) zijn gebaseerd op meetkunde	XX
Cryptografie en algoritmes	Met name op de algoritmische kant	XX
Optimalisatie en onzekerheidskwantificatie	Dit is een kerngebied van operations research en essentieel in statistiek en econometrie.	XXX
Netwerken	Dit is een traditioneel kerngebied van de OR en tegenwoordig ook van Mathematical Economics; de nieuwe technieken die worden genoemd zitten allemaal in de econometrie-opleidingen, bachelor en master	XX
Statistisch leren	Dit is een belangrijk onderdeel van de econometrie, er zijn met name veel raakvlakken met de Bayesiaanse econometrie en de tijdreeksconometrie	XXX
Dynamische data	Econometrie + OR houdt zich bezig met dynamische processen; het meenemen van feedback in systemen is bij econometrie cruciaal, wordt bij OR soms gedaan, maar is in de wiskunde minder gebruikelijk.	XX
Geometrische en stochastische evolutie	Vooraf op theoretisch niveau en met name in toepassing in Quantitative Finance en econometrische theorie.	XX
Focusgebied Informatica		
Data Science & AI:		
Data modeling & analysis	Dit sluit aan bij de machine learning ontwikkelingen binnen econometrie + OR	XXX
Machine learning	Dit sluit aan bij de traditioneel modelmatige aanpak van econometrie + OR	XXX
Machine reasoning & interaction	Dit onderwerp past minder bij econometrie + OR	X

Bijlage 2: Inhoudelijke opleidingsvergelijking BSc Econometrie en bèta opleidingen

Vergelijking BSc Econometrie en Operations Research VU met bèta-opleidingen			
Juni 2024			
	Bèta-opleidingen		
Onderwerpen BSc EOR jaar 1 en 2 (VU)	BSc Business Analytics VU (voorheen: BSc Bedrijfskunde en Informatica)	BSc Technische Wiskunde / Applied Mathematics TU Eindhoven	BSc Wiskunde Universiteit Leiden
Analyse		X	X
Statistiek	X	X	X
Matrix algebra (lineaire algebra)	X	X	X
Kansrekening	X	X	X
Programmeren	X	X	X
Vector Calculus	X	X	X
Wiskundige methoden	X	X	X
Lineair Programmeren	X	X	Keuzevak
Combinatorisch optimaliseren	X	X	X
Multivariate statistiek			X
Niet-lineair optimaliseren	X	X	X
Markov processen	X	X	Keuzevak
Simulatie	X	X	X
Tijdreeksanalyse			
Econometrie 1		X	
Econometrie 2			
Finance voor econometrie		Keuzevak	
Wiskundige economie			
Filosofie (ethiek)	X		
Micro-Economie voor econometrie			
Macro-Economie voor econometrie			
Marketing voor econometrie			