

Aanvraagformulier Wijziging RIO-indeling en/of Bekostigingsniveau**1. Basisgegevens Instelling**

Naam instelling(en)	Tilburg University (TiU)
BRIN-code(s)	21PN
KvK-nummer(s)	
Contactpersoon aanvraag	[Redacted]
Contactpersoon CvB	[Redacted]

2. Basisgegevens Opleiding

Naam	Econometrics and Mathematical Economics
Oriëntatie	WO
Niveau	Master
Vorm	Voltijd
Taal	Engels
Studielast	60 EC
Studieduur	1 jaar
ISAT-code	60056
Huidig RIO-(sub)onderdeel	1.Economie (bron: RIO webpagina)
Huidig bekostigingsniveau	Laag
Voorgesteld nieuw RIO-(sub)onderdeel	3.Natuur (bron: RIO webpagina)
Voorgesteld nieuw bekostigingsniveau	Hoog

3. Inhoud opleiding en onderwijsprogramma

Studenten leren de nieuwste modelleringstechnieken op het gebied van economie, econometrie, statistiek en big data-methoden om daadwerkelijke uitdagingen op te lossen, zoals het voorspellen van de baten en risico's van investeringen, bedrijfsstrategieën en ingrepen op de arbeidsmarkt. Zo worden studenten opgeleid tot wiskundig en statistisch sterk onderlegde business analist.

De opleiding richt zich op de wiskundige en kwantitatieve analyse van bedrijfskundige en economische vraagstukken. Hiervoor ontwikkelen en testen studenten hun eigen wiskundige en statistische instrumenten.

Voor een volledig overzicht van de vakken, zie bijlage 1.

4. Doelgroep van de opleiding en nadere vooropleidingseisen (indien van toepassing)

- Studenten van Tilburg School of Economics and Management met een diploma van de BSc Econometrie en Operationele Research.
- Studenten van andere Nederlandse universiteiten met een diploma van een BSc Econometrie en Operationele Research.
- Een BSc in Econometrie of een vergelijkbare discipline van een universiteit die wordt erkend door de toelatingscommissie, én een solide academische basis in wiskunde, statistiek en economie.

Voor internationale studenten gelden aanvullende toelatingseisen in de vorm van een Engelse taal toets en GRE toets (test kwalitatieve toelatingseisen).

5. Beroeps-/arbeidsmarktprofiel afgestudeerden

Afgestudeerden van de MSc Econometrie en Wiskundige Economie zijn volledig gekwalificeerd om een carrière na te streven bij een breed scala aan verschillende organisaties: van financiële instellingen en grote multinationals tot infrastructuurbedrijven, hightech startups en verschillende overheidsniveaus. Als bijlage het document 'Verzoek tot wijziging bekostigingsniveau' van de zes Nederlandse universiteiten die econometrie-opleidingen aanbieden, waarin de groeiende arbeidsmarkt vraag verder wordt toegelicht. Sommige studenten kiezen ervoor om een PhD-programma te volgen.

Voorbeelden van functies zijn: Econoom bij het Centraal Planbureau, Validatieanalist bij AXA Bank Europe, SAP-technologieconsultant bij Capgemini, Consultant Data-analyse bij Deloitte, Marktrisicoanalist bij ING Groep, Consultant bij Quintiq, Tracemanager bij ProRail, Management Trainee bij ORMIT, Risicomanager bij AEGON, Datawetenschapper bij Blue Mango Interactive, Junior Consultant Business Analytics bij ORTEC, Bedrijfsanalist bij Shell.

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-opleiding 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 Techniek (4) als Natuur (3) (bron: [RIO](#)).

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 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 instroom- en uitstroomprofiel en op opleidingsvorm, zie ook hieronder verder toegelicht bij punt 7, ligt de RIO-sector Natuur het meest voor de hand.

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, zowel op instroom als uitstroom;

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'.

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.

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 2. 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.

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

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 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.

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 met dezelfde vooropleidingseis

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. 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 TiU 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), Tilburg University (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 Prof.dr. J.K. Lenstra, prof. dr. G. Imbens, prof dr. A. Rinnooy Kan, L. Desplenter (voormalig NVAO), dr. Arjen Vestjens.

In hun adhesiebetuiging van 17 mei 2024 (als separate bijlage toegevoegd, 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 arbeidsmarktvraag;
2. Noodzakelijke investeringen en aanpassingen in zowel onderwijs als onderzoek;
3. De student-stafratio staat onder druk.

Ad 1. Groeiende arbeidsmarktvraag

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 Research-centrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt (ROA), laten echter zien dat in de arbeidsmarkt voor technisch hoger opgeleiden de te verwachten vraag het te verwachten aanbod de komende jaren nog steeds aanzienlijk 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 vervangingsvraag als aan de uitbreidingsvraag 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 bèta-techniek, 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 bèta-techniek 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 Bèta en Techniek (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 transitieën in de zorg, energieproductie, voedselvoorziening, klimaat, digitalisering, veiligheid en huisvesting, die zich niet beperken tot onze landgrenzen. Om deze transitieën 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 transitieën. 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 naar 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 genooddaakt 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 bètafaculiteiten 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).

Bijlage 1: Overzicht curriculum

Kernvakken (4 kiezen):

- Microeconometrics
- Panel Data Analysis of Microeconomic Decisions
- Games & Economic Models
- Empirical Finance
- Dynamic Economic Models
- Time Series and their Applications
- Data Science Methods

Keuzevakken (kies 3):

- The Economics and Finance of Pensions
- Asset Liability Management
- Dynamic Real Investment
- Customer Analytics
- Decision Making with Business Analytics
- Professional Business Analytics Skills
- Games and Cooperative Behavior
- Other electives

Optionele vakken:

- Career Development
- Software workshops

Bijlage 2: Focusgebieden wiskunde en Informatica, overlap met Econometrie

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

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	XXX
Cryptografie en algoritmes	Met name op de algoritmische kant	X
Optimalisatie en onzekerheidskwantificatie	Dit is een kerngebied van operations research	XXX
Netwerken	Dit is een traditioneel kerngebied van de OR; de nieuwe technieken die worden genoemd zitten allemaal in de econometrie-opleidingen, bachelor en master	XXX
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	Vooral 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