

# KOMMENTARER OG OVERSIGTER

## FIRE NYE LÆREBØGER I ØKONOMETRI

C. F. Christ: *Econometric Models and Methods*, John Wiley & Sons, New York 1966, 705 sider.

A. S. Goldberger: *Econometric Theory*, John Wiley & Sons, New York 1964, 399 sider.

J. Johnston: *Econometric Methods*, Mc Graw-Hill, New York 1963, 300 sider.

E. Malinvaud: *Statistical Methods of Econometrics*, North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1966, 631 sider.

Det er enestående, at der indenfor en ganske kort årrække udkommer fire omfangsrige lærebøger i økonometri. Baggrunden herfor er de senere års intensive forskning på dette felt. En lang række resultater foreligger i form af tidsskriftsartikler, som imidlertid kun vanskeligt kan anvendes som undervisningsmateriale eller danne basis for et selvstudium. Dette materiale er nu blevet samlet og systematiseret, og i alle fire fremstillinger er resultatet af dette arbejde blevet af meget høj kvalitet.

De fire forfatters fremstilling bygger på en fælles tradition, idet de alle kan siges at videreføre det arbejde indenfor estimationsteoriens område, som udførtes af statistikere og økonomer for *Cowles Commission*. Der er ingen væsentlige meningsforskelle mellem de fire forfattere; de arbejder ud fra fælles synspunkter både for så vidt angår det mere principielle i estimationsproblematikken som i vurderingen af de konkrete estimationsmetoder. Alligevel er der tale om fire vidt forskellige bøger, hver med sine tiltrækkende egenskaber. Ingen af bøgerne kan siges at være lette at sætte sig ind i; det kræver et arbejde af læseren at få indsigt i økonometriens problemstillinger. Selvom sværhedsgraden i alle bøgerne er høj, er der imidlertid store forskelle mellem de krav, som den enkelte fremstilling stiller til læserens forkundskaber.

Der findes en række forskellige anvendelser af betegnelsen økonometri. I den oprindelige anvendelse af ordet defineres økonometrien bredt som den del af økonomien, der bygger på anvendelse af matematiske og statistiske metoder. Denne brede definition dækker ret godt indholdet i Christs bog, mens de øvrige tre fremstillinger dækker et snævrere emneområde, som snarere svarer til en definition af økonometri som læren om estimation af matematisk formulerede økonomiske sammenhænge. Som følge af det grundsyn på estimationsproblemerne, som er fælles for de fire fremstillinger, er det muligt at give en samlet, generel beskrivelse af deres hovedindhold. Hvad enten man anvender en bredere eller snævrere definition af økonometri, giver definitionen i sig selv kun et vagt indtryk af, hvad så omfangsrige bøger om emnet indeholder. Før en nærmere omtale af de enkelte værkers opbygning og stoffordeling skal der derfor gives en oversigt over det fælles grundtema i de fire bøger.

Økonometrien kan siges at tage sit udgangspunkt i en økonomisk sammenhæng, som enten kan beskrive adfærden hos visse økonomiske enheder eller være udtryk

# KOMMENTARER OG OVERSIGTER

## FIRE NYE LÆREBØGER I ØKONOMETRI

C. F. Christ: *Econometric Models and Methods*, John Wiley & Sons, New York 1966, 705 sider.

A. S. Goldberger: *Econometric Theory*, John Wiley & Sons, New York 1964, 399 sider.

J. Johnston: *Econometric Methods*, Mc Graw-Hill, New York 1963, 300 sider.

E. Malinvaud: *Statistical Methods of Econometrics*, North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1966, 631 sider.

Det er enestående, at der indenfor en ganske kort årrække udkommer fire omfangsrige lærebøger i økonometri. Baggrunden herfor er de senere års intensive forskning på dette felt. En lang række resultater foreligger i form af tidsskriftsartikler, som imidlertid kun vanskeligt kan anvendes som undervisningsmateriale eller danne basis for et selvstudium. Dette materiale er nu blevet samlet og systematiseret, og i alle fire fremstillinger er resultatet af dette arbejde blevet af meget høj kvalitet.

De fire forfatters fremstilling bygger på en fælles tradition, idet de alle kan siges at videreføre det arbejde indenfor estimationsteoriens område, som udførtes af statistikere og økonomer for *Cowles Commission*. Der er ingen væsentlige meningsforskelle mellem de fire forfattere; de arbejder ud fra fælles synspunkter både for så vidt angår det mere principielle i estimationsproblematikken som i vurderingen af de konkrete estimationsmetoder. Alligevel er der tale om fire vidt forskellige bøger, hver med sine tiltrækkende egenskaber. Ingen af bøgerne kan siges at være lette at sætte sig ind i; det kræver et arbejde af læseren at få indsigt i økonometriens problemstillinger. Selvom sværhedsgraden i alle bøgerne er høj, er der imidlertid store forskelle mellem de krav, som den enkelte fremstilling stiller til læserens forkundskaber.

Der findes en række forskellige anvendelser af betegnelsen økonometri. I den oprindelige anvendelse af ordet defineres økonometrien bredt som den del af økonomien, der bygger på anvendelse af matematiske og statistiske metoder. Denne brede definition dækker ret godt indholdet i Christs bog, mens de øvrige tre fremstillinger dækker et snævrere emneområde, som snarere svarer til en definition af økonometri som læren om estimation af matematisk formulerede økonomiske sammenhænge. Som følge af det grundsyn på estimationsproblemerne, som er fælles for de fire fremstillinger, er det muligt at give en samlet, generel beskrivelse af deres hovedindhold. Hvad enten man anvender en bredere eller snævrere definition af økonometri, giver definitionen i sig selv kun et vagt indtryk af, hvad så omfangsrige bøger om emnet indeholder. Før en nærmere omtale af de enkelte værkers opbygning og stoffordeling skal der derfor gives en oversigt over det fælles grundtema i de fire bøger.

Økonometrien kan siges at tage sit udgangspunkt i en økonomisk sammenhæng, som enten kan beskrive adfærden hos visse økonomiske enheder eller være udtryk

for en institutionel eller produktionsteknisk sammenhæng. Den økonomiske sammenhæng gives nu en matematisk formulering, som er så enkel som mulig. Ofte vælges en formulering, hvor den variabel, som ønskes forklaret, udtrykkes som en lineær funktion af én eller flere forklarende variable samt et stokastisk led:

$$y = a + bx + cz + u$$

Her er  $y$  den størrelse, som relationen forklarer, f. eks. den efterspurgte mængde af en vare, mens  $x$  og  $z$  er de forklarende variable, f. eks. pris og indkomst. Det stokastiske led  $u$  må medtages som udtryk for, at de sammenhænge, man arbejder med indenfor økonomien, ikke er eksakte som følge af, at man kun indfører et begrænset antal af forklarende faktorer. Disse må anses for at være de væsentligste i den valgte sammenhæng, men giver ikke en udtømmende bestemmelse af udviklingen i den variabel, som skal forklares. Den efterspurgte mængde af en vare må således tænkes at afhænge af flere forhold end pris og indkomst. I den valgte specifikation ligger nu imidlertid den antagelse, at de øvrige faktorer indvirkning på  $y$  er små og tilfældige i forhold til de forklaringsfaktorer, som er specificeret i funktionen.

Foruden den i matematisk form opstillede økonomiske sammenhæng har man et vist antal sammenhørende observationer af de forklarende faktorer og den forklarede variabel. Observationerne kan enten stamme fra tidsserier eller fra tværsnitsundersøgelser. Ved hjælp af de empiriske oplysninger ønsker man nu at kvantificere den økonomiske sammenhæng, altså at beregne størrelsen af koefficienterne  $a$ ,  $b$  og  $c$ . Den traditionelle estimationsmetode er mindste kvadraters metode, som fastlægger koefficienterne således, at de positive og negative afvigelser mellem de  $y$ -værdier, som kan beregnes ud fra  $x$  og  $z$ , når  $a$ ,  $b$  og  $c$  er kendte, og de faktiske observationer for  $y$  får den mindst mulige kvadratsum. Som følge af, at den økonomiske teori ikke tillader opstilling af eksakte sammenhænge mellem de variable, vil de beregnede værdier af koefficienterne ikke være de sande, teoretiske koefficienter, men kun skøn over størrelsen af disse. De beregnede koefficienters størrelse vil afhænge af størrelsen af og bevægelsen i de forklaringsfaktorer, som ikke er specificeret i relationen, og vil derfor afhænge af den valgte observationsperiode eller det anvendte tværsnit. Tænkes beregningerne gentaget med et nyt sæt af observationer, vil værdien af de ikke-specificerede variable antagelig have ændret sig, og man vil derfor få andre koefficienter ved beregningen. Gennem et stort antal gentagelser af beregningerne med nye observationssæt kan man danne sig et indtryk af de beregnede koefficienters gennemsnitlige størrelse og spredning, ligesom man kan få belyst det stokastiske elements fordelingsmæssige egenskaber. Da sådanne gentagelser som altovervejende hovedregel ikke er mulig i den økonomiske videnskab, fordi man ikke kan foretage eksperimenter, må man nøjes med et sæt beregnede koefficienter.

Ud fra et givet sæt af observationer kan der beregnes mange forskellige skøn over koefficienterne, idet man udover mindste kvadraters metode har en række andre estimationsmetoder til rådighed. Af afgørende betydning for hvilken estimationsmetode, man vil anvende, og hvilken nytte man kan have af de beregnede koefficienter, er skønnenes egenskaber i relation til de sande, ikke-målelige koefficienter. Det er ikke muligt på forhånd og en gang for alle at fastlægge de egenskaber, som man ønsker at få frem i de beregnede koefficienter. Løst sagt ønsker man skøn, som er lette at beregne, og som ligger tæt ved de sande koefficienter. Dette kan måske præciseres til et krav om, at skønnene skal have de sande koefficienter som middelværdi og en spredning omkring denne, som er

mindst mulig blandt skøn, der stiller samme beregningstekniske krav. Kan skønnene tillægges den første egenskab, taler man om centrale skøn, i modsat fald er skønnene skæve. Er skønnene centrale, og er deres spredning den mindst mulige, taler man om efficiente skøn.

Den klassiske estimationsmetode er mindste kvadraters metode. Den anvendes indenfor en række forskellige videnskaber, og dens store fordel er, at den beregningsmæssigt set er meget enkel. Hertil kommer, at mindste kvadraters metode under en række specifikke forudsætninger, som først og fremmest vedrører det stokastiske leds fordelingsmæssige egenskaber, giver koefficienter, som besidder en række af de egenskaber, som man ønsker at skønnene skal have. De nødvendige forudsætninger er imidlertid ret restriktive, og mange af dem vil ikke være opfyldt for de typer af talmateriale, som findes indenfor økonomien. Spørgsmålet om anvendelse af alternative estimationsmetoder i tilfælde, hvor forudsætningerne for at få skøn med pæne egenskaber ved at anvende mindste kvadraters metode ikke er til stede, kan siges at være grundtemaet for den moderne økonometri.

De fire forfattere anvender i stor udstrækning samme systematik i deres fremstilling af økonometrien. Der tages udgangspunkt i en situation, hvor forudsætningerne er valgt således, at den klassiske estimationsmetode fører frem til skøn, som har alle pæne egenskaber. Efter en gennemgang af den klassiske estimationsmetodes egenskaber under ideelle forudsætninger indføres suksessivt ændringer i forudsætningerne, hvorved man nærmer sig en situation, som ligger tættere ved den økonomiske empiris vilkår. Under de afsvækkede forudsætninger belyses først de egenskaber, som den klassiske estimationsmetode har i en sådan situation, hvorefter mulighederne for alternative beregningsmetoder med overlegne egenskaber undersøges.

De estimationsmæssige problemer i forbindelse med variable, der er behæftet med *målefejl*, må siges at tilhøre den klassiske del af økonometrien. I den oprindelige formulering af målefejlsproblematikken antages der at gælde en eksakt økonomisk relation mellem de sande, teoretiske variable. Disse lader sig dog ikke belyse direkte, idet de tilsvarende observerede variable er behæftet med målefejl. Beregner man i denne situation skøn over koefficienterne ved mindste kvadraters metode, får man skøn, som ikke har de sande koefficienter som middelværdi. Denne skævhed lader sig imidlertid afhjælpe ved alternative estimationsmetoder, som ikke nærmere skal beskrives her. Det skal blot anføres som et generelt træk, at de alternative estimationsmetoder kræver flere oplysninger end mindste kvadraters metode, for eksempel oplysninger om målefejlenes spredning. Spørgsmålet om målefejl er meget udførligt behandlet i Johnstons og Malinvauds bøger, men indtager en mere tilbagetrukket plads i de øvrige fremstillinger. I den nyere økonometri kan man spore en formindskelse af interessen for målefejlsproblematikken isoleret set. I stedet for at gå ud fra en antagelse om eksakte sammenhænge mellem sande, men ikke målelige variable er det efterhånden blevet det almindeligste at indføre det stokastiske element allerede i den rent teoretiske model, idet man lader stokastikken knytte sig til selve den økonomiske sammenhæng snarere end til forskelle mellem teoretiske og empiriske variable.

Når det anvendte talmateriale stammer fra tidsserier, opstår hyppigt estimationsmæssige problemer i forbindelse med tilstedeværelse af *autokorrelation* og *multikollinearitet*. Er de stokastiske led i relationen på to forskellige observationstidspunkter indbyrdes afhængige, vil mindste kvadraters metode almindeligvis ikke give efficiente skøn. Hertil kommer, at man, hvis man anvender de sædvanlige formler til beregning af usikkerheden på koefficienterne, får en væsentlig

undervurdering af denne. Autokorrelation mellem stokastiske led på forskellige tidspunkter kan tænkes at opstå som følge af systematiske bevægelser i de forklaringsfaktorer, som ikke er specificerede i relationen. Årsagen kan også søges i tilstedeværelsen af trægheder i de økonomiske enheders adfærd, idet problemet ofte bliver mere fremtrædende jo kortere tidsenhed observationerne refererer sig til. Tilstedeværelsen af en eventuel autokorrelation påvises ved en nærmere undersøgelse af forskellene mellem de faktiske observationer af den forklarede variabel og de skøn, som kan beregnes ved mindste kvadraters metode. De således beregnede residualer sammenlignes ved det såkaldte *Durbin-Watson test*, som efterhånden er et fast element i alle økonometriske undersøgelser. Påvises ved dette test tilstedeværelsen af autokorrelation, må man i første omgang undersøge mulighederne for at fjerne denne ved at inddrage flere forklarende faktorer eller eventuelt ved at ændre selve den matematiske specifikation af relationen. Er disse muligheder udtømt, uden at autokorrelationen er fjernet, kan man beregne skøn med mere tilfredsstillende egenskaber ved at erstatte mindste kvadraters metode med andre estimationsmetoder. En estimationsmetode, som går under betegnelsen *generaliseret mindste kvadraters metode*, er under disse omstændigheder den klassiske metode overlegen, men kræver kendskab til den specifikke sammenhæng mellem de stokastiske led. Da man i almindelighed ikke har et sådant kendskab, må man i stedet anvende en iterativ fremgangsmåde ved estimationen, hvorved man kan få forholdet belyst.

*Multikollinearitet* opstår, når de forklarende variable er stærkt indbyrdes korrelerede. Da de fleste tidsserier har en dominerende trend og en vis fælles konjunkturbevægelse, er multikollinearitet et stadigt tilbagevendende problem, når man arbejder ud fra tidsserier. I de beregnede koefficienter viser multikollineariteten sig derved, at usikkerheden på det enkelte skøn bliver ubehagelig stor. Mere komplicerede estimationsmetoder kan i almindelighed ikke afhjælpe dette. Problemet skyldes jo, at samvariationen mellem to eller flere forklaringsfaktorer er så stærk, at det ikke er muligt at præcisere, hvormeget den enkelte forklaringsfaktor betyder for udviklingen i den variabel, som ønskes forklaret. Multikollinearitet skyldes således mangler i observationsmaterialet og kan generelt kun omgås, hvis man fra andre kilder kan få oplysninger om størrelsen af en eller flere af koefficienterne.

Estimationsmæssige problemer kan også forekomme i forbindelse med observationssæt, hvor de enkelte observationer er af forskellig størrelsesorden. I tværsnitsundersøgelser forekommer således for eksempel husstande på vidt forskellig indkomstniveau eller virksomheder af meget forskellig størrelse. Da den klassiske estimationsmetode forudsætter, at *spredningen på det stokastiske element er den samme for alle observationsenheder*, og da denne forudsætning kan være åbenbart urealistisk, hvis materialet f. eks. består af husstande på vidt forskellig indkomstniveau, må man regne med, at mindste kvadraters metode giver skøn, som ikke er efficiente. Skøn med mere tilfredsstillende egenskaber kan også i dette tilfælde opnås ved at anvende generaliseret mindste kvadraters metode. Estimationsmetoden kræver kendskab til sammenhængen mellem størrelsen af spredningen på det stokastiske led og størrelsen af en af forklaringsfaktorerne. Simple hypoteser om proportionalitet o. l. er ofte med held blevet anvendt. Generaliseret mindste kvadraters metode er i disse tilfælde ikke beregningsmæssigt vanskeligere end den simple metode, idet den blot indebærer, at de variable transformeres ved at normere dem med den variabel, som antages at være proportional med spredningen på det stokastiske led.

I nyere økonomisk teori finder man hyppigt sammenhænge, hvor en af forklaringsfaktorerne er værdien af den forklarede variabel i en eller flere tidligere perioder. I forbrugsteorien anvendes såkaldte *endogene variable med timelag* ofte som udtryk for trægheder i forbrugets tilpasning til andre faktorer såsom indkomsten, og på tilsvarende måde anvendes endogene variable med timelag i andre sammenhænge som udtryk for et ofte kompliceret reaktionsmønster. Indenfor investeringsteorien har man således arbejdet med reaktionsmønstre, som viser tilpasningen af kapitalapparatets størrelse i et forløb på op til tyve kvartaler, hvor investeringerne er kraftige i begyndelsen og stigende op til et maximum, hvorefter de igen langsomt formindskes. Anvendelsen af endogene variable med timelag i sammenhænge, som skal kvantificeres, skaber en række estimationsproblemer. Er der tale om en enkel udformning af reaktionsmønstret, kan den klassiske estimationsmetode anvendes, mens skønnenes egenskaber – især centraliteten – kan være tvivlsom, hvis antallet af observationer er begrænset. Mere komplicerede reaktionsmønstre vil ofte gøre estimationen uhyre vanskelig. Multikollinearitet mellem de endogene variable med timelag i forbindelse med små stikprøver kan gøre den klassiske estimationsmetode uanvendelig, hvorfor man må anvende helt nye metoder til at fastlægge reaktionsmønstret. På dette område er der sket betydelige fremskridt, men præcise statistiske og økonometriske resultater er endnu sparsomme.

Ud over de her omtalte problemer i *estimation af enkelte relationer* gennemgås i de fire lærebøger en række mere specielle og til dels mere konkrete problemstillinger. Da der her er tale om store forskelle mellem det, de enkelte forfattere især lægger vægt på, og da problemkredsen synes at være meget omfangsrig, er det ikke muligt her at give en oversigt over denne. I den afsluttende gennemgang af de enkelte værker gives dog visse oplysninger herom.

Det, der indtil nu er gengivet vedrørende de estimationsmæssige problemer i økonomiske relationer og vedrørende anvendelsesmulighederne for mindste kvadraters metode, gælder imidlertid kun i de yderst få tilfælde, hvor det er muligt at behandle estimationen af en økonomisk sammenhæng helt isoleret. *En sådan isoleret estimation af en given sammenhæng bygger på en forudsætning om, at forklaringsfaktorerne er sande eksogene variable.* Dette indebærer, at forklaringsfaktorerne påvirker den forklarede eller endogene variabel, mens der ikke er nogen virkning fra den forklarede variabel tilbage til forklaringsfaktorerne. En sådan situation vil indenfor den økonomiske teori være undtagelsen snarere end regelen. Størstedelen af den økonomiske teori er bygget op omkring et net af delssammenhænge, hvor de variable, som skal forklares, udøver en gensidig påvirkning af hinanden. Består problemet således i at forklare den efterspørgselsmæssige sammenhæng mellem pris og mængde af en given vare, kan man i almindelighed ikke betragte hverken prisen eller mængden som en sand eksogen variabel, idet udbudsforholdene etablerer en anden sammenhæng mellem de to variable. Hvis den relation, som ønskes estimeret, er en del af en hel økonomisk model, idet en eller flere af forklaringsfaktorerne er endogene variable i den bagvedliggende økonomiske teori, er en helt væsentlig forudsætning for med held at anvende mindste kvadraters metode ikke opfyldt. Anvendes mindste kvadraters metode i et sådant tilfælde, bliver skønnene over koefficienterne ikke centrale, men skæve, og denne skævhed vil ikke forsvinde, selv om antallet af observationer øges nok så meget.

*Ved estimation af en relation, som er del af en større økonomisk model, er det nødvendigt som udgangspunkt at specificere alle modellens relationer. Modellen*

er fuldstændig, når alle de variable, som indgår i relationerne, og som ikke kan opfattes som sande eksogene variable i forhold til den givne problemstilling, er blevet forklaret i hver sin relation. Denne procedure er nødvendig for at sikre, at den relation, som ønskes kvantificeret, overhovedet kan kvantificeres. Selv under ideelle omstændigheder med hensyn til observationsmaterialets omfang kan det være udelukket at kvantificere en delssammenhæng i en økonomisk model. *Enhver estimation forudsætter, at den relation, som ønskes estimeret, er identificerbar.* Herved forstås, at den omtalte sammenhæng har en sådan form, at den i estimationen kan skelnes fra de øvrige relationer i modellen. Det traditionelle eksempel på en økonomisk model, hvor ingen af de relationer, som udgør modellen, kan estimeres, fordi de ikke er identificerbare, er en model for prisdannelsen på et marked med fuldkommen konkurrence, hvor såvel efterspørgsels- som udbudsfunktionen alene indeholder prisen og mængden som variable. I en sådan model kan man uanset antallet af observationer af samhørende værdier for pris og mængde i almindelighed ikke estimere hverken efterspørgslen eller udbudet. Observationssættet vil alene beskrive skæringspunktet mellem de to funktioner, idet observationerne som følge af de stokastiske elementer i de to funktioner vil ligge i en sværm omkring skæringspunktet. Den manglende identifikation af de to funktioner skyldes, at de formelt set er ens, idet de indeholder de samme variable. Indføres flere og forskellige eksogene variable i relationerne, bliver det muligt at identificere begge relationer.

Når man har opstillet en hel økonomisk model, således at alle de anvendte forklaringsfaktorer, som ikke kan opfattes som eksogene i den givne sammenhæng, er bestemt i andre af modellens relationer, har man mulighed for at afgøre om den eller de relationer, som ønskes estimeret, er identificerbare. Groft sagt er identifikationen en følge af forskelle mellem det sæt af eksogene variable, som indgår i de enkelte relationer. En relation er således identificerbar, hvis det antal endogene forklaringsfaktorer, som indgår i relationen er mindre end eller lig med antallet af eksogene variable, som kun indgår i andre af modellens relationer. Er en relation, som ønskes estimeret, ikke identificerbar, må modellen som helhed omformes.

Når identifikationsproblemet er løst, kommer man til spørgsmålet om, hvilken estimationsmetode man vil anvende for at få skøn med pæne egenskaber. Som følge af den samtidige bestemmelse af alle de endogene variable, som den økonomiske model udtrykker, vil det som omtalt i almindelighed ikke give gode resultater at estimere de enkelte relationer hver for sig ved mindste kvadraters metode. At denne estimationsmetode giver skæve skøn under disse omstændigheder har været erkendt indenfor økonometrien i mange år. Man har ligeledes været vidende om, at andre estimationsmetoder i en sådan situation ville give skøn med pænere egenskaber. Den tidligste af disse metoder kaldet *'full information maximum likelihood'* kræver imidlertid, at alle modellens relationer estimeres under et, hvilket giver anledning til meget komplicerede beregninger, så snart antallet af relationer overstiger et par stykker. I løbet af de sidste 10-15 år har man imidlertid udviklet en række nye estimationsmetoder. Blandt disse findes flere som giver skøn med pæne egenskaber, og som beregningsteknisk ikke er mere komplicerede end den klassiske estimationsmetode, selvom antallet af enkeltberegninger er større. Ved disse metoder, hvoriblandt den såkaldte *'two stage least squares'* har vundet størst udbredelse, estimeres ligesom ved mindste kvadraters metode modellens relationer hver for sig, men der anvendes oplysninger om de øvrige relationers

udsende. Disse oplysninger er først og fremmest oplysninger om de endogene og eksogene variable, som forekommer i den øvrige del af modellen.

Skal man forsøgsvis foretage en sammenfatning af økonometriens stilling i dag, må man sige, at problemet ikke er, at man ikke kender andre typer af estimationsmetoder end mindste kvadraters metode. Man har et stort antal estimationsmetoder, som alle er anvendelige, idet man dog savner viden om de forskellige metoders egnethed i tilfælde, hvor de tidligere omtalte estimationsmæssige komplikationer er til stede. Endnu lider økonometrien under, at dens resultater vedrørende den estimationsmæssigt set bedste løsning på en række problemer er opnået under forudsætning af, at disse optræder enkeltvis og isoleret. Da man på det praktiske plan i reglen står overfor flere samtidigt forekommende estimationsmæssige komplikationer, savner man vished for, at det, der er påvist at være en god fremgangsmåde ved de isolerede komplikationer, også vil virke under sådanne omstændigheder.

Efter denne oversigt over det fælles grundlag i de fire fremstillinger skal der nedenfor gives en kort fremstilling af de væsentligste indholdsmæssige og fremstillingsmæssige forskelle mellem de fire bøger. I denne forbindelse er det for det første hensigtsmæssigt at skelne mellem den del af indholdet, som etablerer de nødvendige statistiske og matematiske forkundskaber, og den del, som behandler den egentlige økonometri. For det andet kan man med hensyn til fremstillingen af selve økonometrien på den ene side karakterisere fremstillingen som teoretisk set mere eller mindre dybtgående, mens man på den anden side kan skelne mellem fremstillinger med en bredere eller snævrere emnekreds.

Johnstons bog, *Econometric Methods*, er den korteste af de fire fremstillinger; den vil i det følgende blive anvendt som en slags målestok ved den indbyrdes sammenligning af værkerne. De krav til matematiske forkundskaber, som bogen stiller, kan i alt væsentligt opfyldes ved læsning af dens kapitel om lineær algebra. Ikke uvæsentlige dele af fremstillingen kan dog læses uden kendskab til matrixregning. Med hensyn til de statistiske forkundskaber kræves en viden, som svarer til indholdet i A. Hald: *Statistical Theory with Engineering Applications*. Der kræves således et grundigt kendskab til beregning af skøn, hypotesetestning samt til regressionsanalyse og maximum likelihood. Denne bog giver et udmærket overblik over de væsentligste estimationsmæssige problemstillinger samt en indføring i en lang række af de nyere estimationsmetoder. Bogens ringe omfang i sammenligning med de øvrige fremstillinger må først og fremmest forklares ud fra den teoretiske fremstilling, som ikke i alle tilfælde er lige dybtgående. Emnekredsen er derimod ikke i væsentlig grad snævrere end i de andre bøger.

Både Johnstons bog og den nedenfor omtalte bog af Goldberger indeholder en udmærket fremstilling af brugen af såkaldte dummyvariable, hvorved forstås variable, som alene antager værdien én eller nul. Sådanne variable har et bredt anvendelsesområde, idet de dels kan benyttes til at kvantificere oplysninger af kvalitativ art, dels kan fastlægge sæsonmønstre eller forskellige forskudninger i den estimerede relation gennem observationsperioden. I et afsluttende kapitel gives en oversigt over resultaterne fra en række såkaldte *Monte Carlo forsøg*. For at klarlægge de forskellige estimationsmetoders egnethed under tilstedeværelsen af de ovenfor omtalte komplicerede forhold og i forbindelse med observationssæt med et ringe antal observationer, har man foretaget en lang række simultationsberegninger ud fra konstruerede observationssæt. Talmaterialet fremstilles således, at man på forhånd fastlægger de sande koefficienters størrelse og det stokastiske elements fordelingsmæssige egenskaber. På basis af et stort antal kon-



struerede sæt af observationer kan man nu sammenholde egenskaberne hos skønnene beregnet ud fra alternative estimationsmetoder og herved få oplysninger om de enkelte metoders egnethed.

Fremstillingsformen er i hele bogen prisværdig klar; det er i stor udstrækning muligt at følge argumentationen uden en detaljeret indsigt i selve bevisførelsen. Alt i alt er det en udmærket lærebog, som på et begrænset antal sider dækker et meget stort stofområde.

Goldberger: *Econometric Theory* indeholder ligesom Johnstons bog et kapitel om lineær algebra, som etablerer de nødvendige matematiske forkundskaber. Desuden indeholder den et omfangsrigt kapitel om grundlæggende statistisk teori, som dækker de nødvendige statistiske forkundskaber. Da der er tale om en meget kompakt fremstilling, må dette kapitel dog nok alene tænkes anvendt til genopfriskning af allerede indlært stof. Selve den teoretiske fremstilling er langt mere rigoristisk og mange steder mere dybtgående end hos Johnston; man kommer ikke uden om matrixalgebraen. Det vil her være vanskeligt at opnå et tilfredsstillende udbytte ved at læse bogen med opmærksomheden koncentreret om den egentlige tekst og med mindre vægt på de formelle udredninger, idet mere intuitive betragtninger og indføring i en problemstilling gennem eksempler ikke anvendes i nær samme udstrækning som i Johnstons bog. I visse henseender er bogen dog mere jordnær end Johnstons, idet den blandt andet indeholder udførlige beregningstekniske anvisninger. Et meget stort antal specielle problemer berøres i fremstillingen, således foruden den ovenfor omtalte anvendelse af dummyvariable også spørgsmål i forbindelse med anvendelse af forhåndsinformation om koefficienternes størrelse eller med behandling af bånd mellem koefficienterne. For den formelt trænede læser er bogen intellektuelt set mere tilfredsstillende end Johnstons fremstilling.

De læsere, som tidligere har taget økonometri som valgfrit fag, vil sandsynligvis finde, at Christs *Econometric Models and Methods* svarer bedst til deres forhåndsopfattelse af, hvad økonometri er. Indholdsmæssigt set svarer denne fremstilling godt til den tidligere almindelige definition af økonometri som anvendelse af matematiske og statistiske redskaber indenfor økonomien. Efter denne definition henregnes en række af de emner, som udgør den økonomiske teoris metodelære, til økonometrien. Christ behandler således emner som statisk kontra dynamisk analyse, ligesom han illustrerer anvendelsesområderne for såvel eksakte statiske som eksakte dynamiske modeller. Bogen er på samme tid en lærebog i økonometri og økonomisk metode, hvilket i væsentlig grad forklarer dens størrelse, idet de øvrige forfattere begrænser sig til behandling af stokastiske relationer svarende til en nyere definition af økonometrien. Ser man dernæst på spørgsmålet om forkundskaber, må denne bog siges at indtage en særstilling, idet man i princippet kan give sig i kast med den uden at kunne differentiere en funktion af én variabel og uden at kende ordet fordeling. Man må dog uden at have foretaget eksperimentet stille sig tvivlende overfor, om den helt uindviede læser slipper helskindet igennem. Ret hurtigt når fremstillingen nemlig op på samme sværhedsgrad som de ovenfor omtalte.

Bortset fra den lineære algebra, som gennemgås i et appendix, har Christ valgt at indføre det nødvendige matematiske og statistiske apparat undervejs. Den teoretiske fremstilling er ligeså dybtgående som hos Goldberger, men Christ anvender en betydelig mere ordrig fremstillingsform. Emnemæssigt må det især fremhæves, at Christ lægger hovedvægten på de estimationsmæssige problemer i forbindelse med større økonomiske modeller af den type, som giver en makro-

økonomisk beskrivelse af samfundet som helhed. Her går fremstillingen langt videre end de øvrige værker. Omkring 100 sider anvendes til opstilling af en konjunkturmodel for USA. Her gennemgås en række praktiske problemstillinger i forbindelse med valg af estimationsmetode og ved vurdering af de beregnede koefficienter. Denne bog er vel især anvendelig som grundlag for et selvstudium for dem, som vil foretrække et udgangspunkt, som ligger noget længere tilbage end selve estimationsproblematikken i forbindelse med stokastisk formulerede sammenhænge.

Malinvauds bog, *Statistical Methods of Econometrics*, indtager i henseende til sidetal en andenplads efter Christs fremstilling. Dette skyldes ikke, at den indeholder mere grundlæggende stof som den ovenfor omtalte, eller at den giver en grundig indføring i de matematiske og statistiske forkundskaber. Tværtimod indeholder den så godt som intet materiale af denne art. Hertil kommer at såvel den anvendte statistiske teori som de matematiske hjælpemidler, først og fremmest lineær algebra og avanceret geometri, stiller meget store krav til læseren. Selvom man således kan forudse, at kun ganske få økonomer vil være i stand til at læse fremstillingen som helhed uden forudgående studier i statistisk og matematisk teori, er det alligevel en bog, som man kan læse med meget stort udbytte. I endnu højere grad end gældende for Johnstons fremstilling er det nemlig muligt at læse bogen på flere planer. Den formelle sværhedsgrad i bogens enkelte afsnit og kapitler er stærkt vekslende. Fremstillingen er opbygget således, at man ved at læse udvalgte afsnit kan danne sig et indtryk af væsentlige problemstillinger i økonometrien. Herefter kan man ved at læse de vanskeligere afsnit få en teoretisk uddybning af emnet, som ikke overgås af nogen af de øvrige fremstillinger.

Bogen har imidlertid ikke blot sine fortrin i en dybtgående teoretisk fremstilling, men er tillige den mest omfattende i henseende til de emner, som behandles. Ved siden af de egentlige estimationsteoretiske problemstillinger gennemgås emner fra tilgrænsende statistisk teori såsom tidsrækkeanalyse, varians- og kovariansanalyse. I forbindelse med tidsrækkeanalysen gives en indføring i dens nyeste element, den såkaldte *spektralanalyse*. Metoden anvendes til at fastlægge de cykliske mønstre i materiale fra tidsserier. Fremstillingen er endvidere rigt illustreret med eksempler på estimationsproblemer i forbindelse med forskellige økonomiske relationer; således gives der en udmærket oversigt over samspillet mellem teoretiske og empiriske indslag i udviklingen af makroforbrugsfunktionerne fra dens simple keyneske udformning til de meget komplicerede moderne forbrugsfunktioner. I henseende til behandlingen af de tidligere omtalte problemer som f. eks. autokorrelation går fremstillingen både langt dybere end de øvrige, og samtidig hermed giver den konkrete oplysninger om den kvantitative betydning for skønnenes egenskaber af forskellige grader af autokorrelation. På denne måde får man et klart indtryk af, at valget af estimationsmetode ikke kan afgøres ved en enten-eller betragtning i relation til, om forudsætningerne er opfyldt eller ej, men vil afhænge af den styrke hvormed de faktiske forhold afviger fra de ideelle betingelser. Endelig skal det nævnes, at bogen er forsynet med en meget righoldig fortegnelse over artikler og bøger om økonometriske emner. Denne fremstilling af økonometriens teori og metode vil uden tvivl bevare en førerstilling blandt oversigtsværker om dette emne i en årrække fremover.

*Ellen Andersen\**

\* Lektor ved Københavns Universitet.