

Innledning

Sigurd Enebo var læreren, organisten og småbrukeren som ble autodidakt, statslønnet astronom.

Han ble født i Lesjaskog i 1866, var skoleflink og boklig interessert. Etter middelskole og lærerutdanning jobbet han som lærer i nord-Gudbrandsdalen. Da han var 30 år bosatte han seg på Domås.

Hans etterlatte korrespondanse antyder at det var da han startet systematiske studier i astronomi selv om fascinasjonen for stjernehimmelen hadde vært der siden guttedagene. Mentor og veileder var observator Jens Fredrik Wilhelm Schroeter ved Universitetets observatorium i Oslo. Korrespondansen viser hvordan det begynte med flere års grunnstudier i matematikk og teoretisk astronomi rettet mot beregning av kometbaner, før tilfeldigheter avslørte at Enebo hadde talent for systematisk observasjonsarbeid.

I 1902 fikk Enebo låne en kraftig jaktkikkert som forstørret 20 ganger. Han bestemte seg for å finne planeten Neptun ved å påvise dens bevegelse mellom stjernene ved gjentatte observasjoner over lang tid. Den 15. desember 1902 skrev Schroeter:

Kjære Enebo! Jeg har med stor interesse læst om Deres opsøgen af Neptun, hva De har seet er det eftersøgte objekt. Han lovt å sende Gunhild Wexelsens bok «Fixstjerner og Stjernebilleder» og la til: Hvis de finder det interessant at drive disse Studier, vil De have en pen opgave i at forfølge foranderlige stjerner. Der gives et selskab i Tyskland som har sat sig dette til opgave og med dette kan De da komme i forbindelse.



Bakgrunnsbilde: Sigurd Einbu interesserte seg for stjerner som viste fascinerende variasjoner i lysstyrke. I dag vet vi at noen av disse varierte rent fysisk i størrelse og lysstyrke, mens andre var dobbeltstjerner der komponentene vekselvis dekket hverandre.

Ill.: ESO/L. Calçada

Innsikt:

Sigurd Einbus første oppdagelser av variable stjerner

Sigurd Enebo (Einbu) observerte variable stjerner i nesten 40 år (1903-1942) og publiserte resultatene i vitenskapelige tidsskrifter. I de første tre årene hadde han beskjedent utstyr, men oppdaget allikevel nye variable stjerner og kartla variasjonene hos flere andre.

AV BJØRN RAGNVALD PETERSEN

En detaljert levnetsbeskrivelse finnes i boken «En himmelrommets fyrvokter – Sigurd Einbu» (se omtale i *Astronomi* 2012-5). Familienavnet endret han i 1926 til Einbu. Vi benytter denne skriveformen i resten av artikkelen, som baserer seg på Einbus vitenskapelige publikasjoner og etterlatt korrespondanse i arkiver i Dombås og Oslo. Artikkelen søker å gi en samlet framstilling av Einbus observasjonsprogram for variable stjerner, hvordan det ble til og hvilke resultater som ble oppnådd.

De første observasjonene 1903-1906

I 1903 fikk Einbu låne en hjemmelaget refraktor med 7 cm objektiv av Knut Bergslien, som var lærer for Sigurds bror Ragnvald på Statens kunst- og håndverksskole i Oslo. Den ble montert på et atlasimut stativ av tre.

Høsten 1903 begynte Einbu å bestemme lysstyrken til variable stjerner ved hjelp av en metode kalt Argelanders trinnvurderingsmetode. Til rådighet hadde han også en prismekikkert og den større jaktkikkerten. Han kunne se stjerner til henholdsvis 7. og 8. stør-

relsesklasse med dem. Refraktoren lot ham se til en grensestørrelse på 9,5. Fra Observatoriet i Oslo fikk han låne stjernekartene til Bonner Durchmusterung. De kopierte han for hånd på transparent papir med forskjellig størrelse for hver av de 9 størrelsesklassene. Med dette hjelpemidlet kunne han velge variable stjerner og tilhørende sammenligningsstjerner.

Den 3. november 1903 begynte Einbu å følge stjernen ϵ Aur ved å sammenligne dens lysstyrke med η Aur (visuell størrelsesklasse 3,47), ζ Aur (3,86) og ϵ Per (3,16). Referanseverdiene fikk han fra en fotometrisk katalog utarbeidet ved observatoriet i Potsdam. General Catalogue of Variable Stars, heretter benevnt GCVS(2012), angir at ϵ Aur er en formørkelsesvariabel stjerne med ekstremt lang periode (9884 døgn = 27 år). Einbu fulgte stjernen i 2,5 år uten å se noe minimum. Fra 125 enkeltobservasjoner finner vi størrelsesklasse $3,27 \pm 0,10$.

En uke senere, den 11. november 1903, ble ρ Cas satt på programmet. Fem sammenligningsstjerner fra størrelsesklasse 4,41 til 5,13 var valgt ut fra Potsdam-katalogen. Etter 2,5 år med observasjoner laget Einbu en lyskurve som antydte en periode på 637 døgn og en endring på 0,7 størrelsesklasser. To år til med observasjoner viste imidlertid en svært langsom nedstigning fra maksimum, og Einbu anmerket at perioden enten er svært lang eller at stjernen har en uregelmessig variasjon. GCVS(2012) klassifiserer ρ Cas som en semi-regulær variabel med periode 320 døgn. Se figur 3 neste side.

Samme dag ble også γ Her satt på programmet. Den varierte uregelmessig mellom stør-

Faguttrykk

Størrelsesklasse

(magnitudo) angir en stjernes lysstyrke.

Sammenligningsstjerne

har konstant lysstyrke og benyttes som referanse for å bestemme lysstyrken (i størrelsesklasser) til en variabel stjerne i nærheten.

Lyskurve er en grafisk framstilling som viser tid langs den ene akse og lysvariasjon langs den andre akse, for en variabel stjerne.

Reduksjon er utregninger som korrigerer «rå» observasjonsdata og omgjør dem til et mer ordnet og lettforståelig format.

Bonner Durchmusterung

er en stjernekart med tilhørende stjernekart (se bilde neste side) som inneholder alle stjerner klarere enn 9,5 størrelsesklasse, opprinnelig på den nordlige halvkule. Gjennomstringen av stjernehimmelen ble gjort ved Bonn-observatoriet 1852-1862.

Greske bokstaver brukes ofte som betegnelse på klare stjerner i et stjernebilde, f.eks. ϵ (epsilon), ζ (zeta) og ρ (rho)

Figur 1: Jaktkikkerten som Sigurd Einbu observerte lyssterke variable stjerner med.



Figur 2: Hjemmelaget refraktor med 7 cm objektiv.



Noen typer variable stjerner

Formørkelsesvariabel

stjerne er en type dobbeltstjerne. Den viser regelmessige variasjoner i lysstyrke forårsaket av at de to stjernene formørker hverandre periodisk.

Algol-variabel er en betegnelse på en type formørkelsesvariable stjerner, oppkalt etter Algol = β Persei.

RR Lyrae-variabel er kortperiodiske cepheider, dvs. pulserende, blå, gamle kjempestjerner.

Cepheider er en betegnelse på pulserende hvite og gule kjempestjerner, oppkalt etter δ Cephei.

Semiregulær variabel er gule og røde kjempestjerner eller superkjemper med tidvis periodiske lysendringer som kan bli avbrutt eller endre karakter.

Mira-stjerne er en langperiodisk variabel rød kjempestjerne.

relsesklasse 4,4 og 5,4 i de 3 årene Einbu fulgte den. GCVS(2012) klassifiserer γ Her som en semi-regulær variabel med gjennomsnittlig periode 89 døgn.

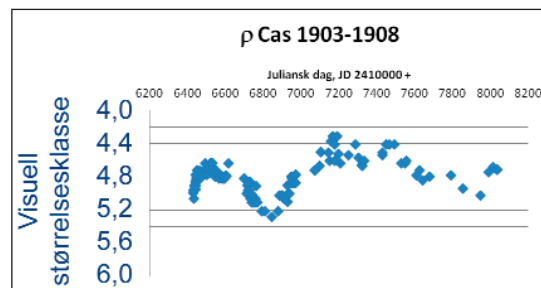
I slutten av november 1903 ble γ Her og X Per lagt til programmet. Den sistnevnte var mistenkt å være en langperiodisk variabel med liten amplitude. Einbus 57 enkeltobservasjoner ga størrelsesklasse $6,65 \pm 0,04$ og viser at ingen variasjoner ble detektert i de 2,5 årene han fulgte den. GCVS(2012) klassifiserer X Per som en eruptiv uregelmessig variabel. Den roterer hurtig og kaster ut masse til en ekvatorial ring. X Per er også en røntgenpulsar. Slike systemer består ofte av en ellipsoidisk superkjemppe og en kompakt pulsar med kort periode (minutter).

γ Her skulle vise seg å være en formørkelsesvariabel. Einbu observerte den fra 23. november 1903 til 9. mai 1906 og noterte et stort antall kortvarige minima. Han klarte imidlertid ikke å finne perioden, som han antydte kunne være omkring 40 døgn. Et par år senere ble han i et brev fra professor Ejnar Hertzsprung i Leiden gjort oppmerksom på at spektroskopiske undersøkelser ved Allegheny-observatoriet i USA hadde gitt en periode på 2,05102 døgn. Einbu reduserte da sine egne observasjoner på nytt og kom fram til en lyskurve med et tydelig hovedminimum på 0,5 størrelsesklasse og et sekundærminimum på 0,2. I GCVS(2012) er det antydte at en av komponentene i systemet nesten fyller Roche-loben (forklaring i tekstboks).

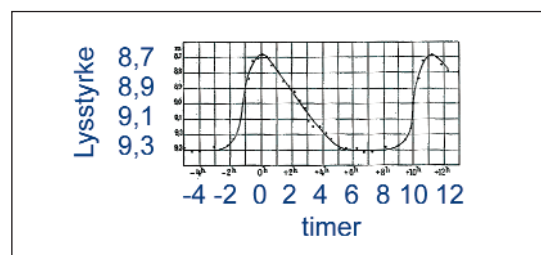
Den første stjernen Einbu prøvde seg på med 7 cm refraktoren, var BD+33°4056, som han observerte fra 25. november 1903 til 12. april

Astronomische Nachrichten («astronomiske nyheter»): den gang et toneangivende tidsskrift, startet i 1821, trolig verdens eldste nålevende astronomiske tidsskrift.

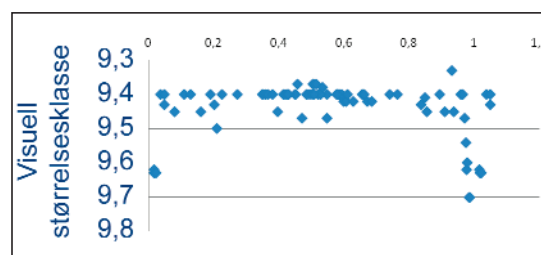
Astronomische Gesellschaft: astronomisk forening stiftet i 1863 (i dag verdens nest eldste).



Figur 3: Sigurd Einbus lyskurve for den variable stjernen ρ Cas.



Figur 4: Faseplott for XZ Cyg slik Sigurd Einbu publiserte det i *Astronomische Nachrichten* i 1906.

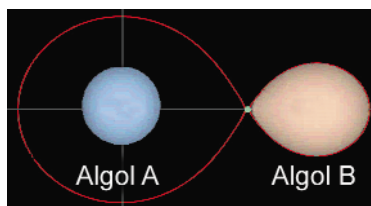


Figur 5: Faseplott for RW Per basert på observasjoner av Sigurd Einbu i 1905-06. Fase er for perioden 13,199 døgn.

Faguttrykk

Roche-lobe: Det område rundt en stjerne i et flerstjernesystem, der materie vil holde seg i bane rundt stjernen (markert i rødt på figuren, der den formørkelsesvariable dobbeltstjernen Algol er vist som eksempel).

Hvis stjernen skulle ekspandere forbi Roche-loben, kan materie unnslippe stjernens gravitasjon og samles andre steder i stjernesystemet.



1906. Den viste ingen variasjoner og dataene gir størrelsesklasse $8,66 \pm 0,05$ fra 47 enkeltobservasjoner. Tilsvarende utfall fikk observasjonene av BD+49°3239 ($9,27 \pm 0,03$) og BD+45°3271 ($8,81 \pm 0,09$). Den sistnevnte betegnes CY Cyg i GCVS(2012) og klassifiseres som langsom irregulær. 32 Vul ble observert med jaktkikkerten ($5,16 \pm 0,08$). Disse resultatene viser at Einbu hadde et standardavvik på sine observasjoner som alltid var bedre enn 0,1 størrelsesklasse, uavhengig av stjernens lysstyrke og hvilket instrument han benyttet.

Utover vinteren la han til flere svake stjerner på programmet sitt med 7 cm refraktoren. T Lyr (8,0-9,0), U Lac (8,4-9,0) og SV Cyg (9,0-9,5) varierte tydelig, men uten noen åpenbar periode. GCVS(2012) angir heller ikke perioder for disse. RR Cyg (9,0-9,7) fremsto som uregelmessig, selv etter at Einbu hadde observert den i 35 år. I GCVS(2012) er betegnelsen RR Cyg benyttet om en stjerne av størrelsesklasse 12. Denne feilidentifikasjonen synes å være intrådt i stjernekatologene omkring 1930. X Cnc opptrådte også uregelmessig, men er klassifisert som semiregulær med periode 195 døgn i GCVS(2012).

SW Gem ble satt på programmet den 14. mars 1904. To år senere var Einbu sikker på at han hadde detektert langsomme, men systematiske endringer i lysstyrken. Han sendte en redegjørelse til tidsskriftet *Astronomische Nachrichten* med tittel *Neuer Veränderlicher 40.1906 Geminorum*. Den 31. mai 1906 fikk han postkort fra observator Schroeter:

Portretter

Heinrich Karl Friedrich Kreuz

var redaktør for *Astronomische Nachrichten* da Sigurd Enebos første oppdagelser ble publisert i 1905. Han var professor i astronomi ved Universitetet i Kiel.



Hans Geelmuyden

var professor i astronomi og bestyrer av Observatoriet i Oslo. Han skrev søknaden som førte til at Sigurd Enebo ble statsstipendiat i 1908.

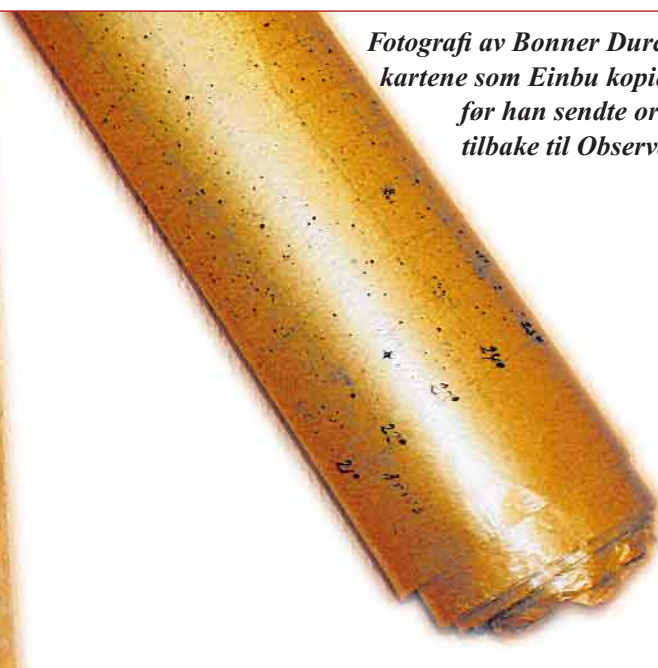
Jens Fredrik Wilhelm Schroeter

var observator ved Observatoriet i Oslo fra 1890 til 1919 og professor i astronomi og bestyrer av Observatoriet fra 1919 til 1927. Han var mentor og veileder for Sigurd Enebo og skrev søknaden til Fridtjof Nansens Fond om finansiering av Bardou-refraktoren til Sigurd Enebo i 1906.



Edward C. Pickering

var direktør for Harvard College Observatory i USA. Han utarbeidet et klassifikasjonssystem for variable stjerner. Sigurd Enebo og Pickering konkurrerte om å bestemme perioden til RW Per, Algolstjernen som Enebo oppdaget i 1906.



Fotografi av Bonner Durchmusterungskartene som Einbu kopierte for hånd, før han sendte originalkartene tilbake til Observatoriet i Oslo.

I nr. 4092 utkommen 23. mai af Astron. Nachrichten står Deres artikel om den nye variable BD 26°1412. [...] Jeg ønsker Dem til lykke med Deres første artikel i A.N. og tviler ikke på at det vil komme flere. Etter 4 år med observasjoner antydet Einbu en periode på 775 døgn, men amplituden var bare noen tiendedels størrelsesklasser. I 1910 reduserte han perioden til 698 døgn og i 1943 til 680 døgn etter å ha observert stjernen i 35 år. Denne verdien står fremdeles i GCVS(2012), som klassifiserer SW Gem som semiregulær.

Det tok bare en uke før neste artikkel var trykket. I *Astronomische Nachrichten* nr. 4094, utgitt 31. mai 1906 finner vi *Beobachtungen von var. 76.1905 Cygni* av Sigurd Enebo. Basert på observasjoner mellom 16. desember 1905 og 27. februar 1906 bekreftet han at denne stjernen, som var listet som mistenkt av den russiske astronomen W. Ceraski, faktisk er variabel. Einbu hadde valgt sammenligningsstjerner fra BD-katalogen. I slutten av januar fikk han tilsendt størrelsesklasser for disse stjernene som Schroeter hadde hentet fra (Astronomische Gesellschaft) AG-katalogen til Helsingfors. De stemte bra overens med verdiene fra BD hvilket antydet at sammenligningsstjernene faktisk hadde konstant lysstyrke. Einbu bestemte perioden til $11^h 11^m 51^s = 0,46654$ døgn og publiserte sin første lyskurve. Fra dens form fastslår han at XZ Cyg er en RR Lyr-stjerne. (Denne betegnelsen var ikke tatt i bruk i 1906. Einbu benyttet datidens betegnelse: Antalgotstjerne. Den henspeilte på et langt minimum etterfulgt av en rask økning i lysstyrke. Lyskurven minnet derfor om speilbildet av en formørkelsesvariabel Algolstjerne. Etter hvert som pulsasjonsegenskapene ble avdekket ble Cepheider og RR Lyr-stjerner adskilte underklasser der periodens lengde var avgjørende.)

Da observasjonene ble avsluttet 26. april 1906 forbedret Einbu perioden til 0,46659 døgn som ikke ble endret av fortsatte observasjoner til 1920. GCVS(2012) gir 0,46670 døgn. Einbus diagram er vist i figur 4.

SW Gem og XZ Cyg var imidlertid ikke de første variable stjernene som Einbu oppdaget. Den første var nemlig den formørkelsesvariable Algolstjernen RW Per. Den ble intensivt observert fra 16. november 1905 til 24. april 1906, som oftest flere ganger pr. natt. Einbu korresponderte løpende med Schroeter den vinteren etter hvert som resultatene viste seg. Den 30. januar 1906 skrev Schroeter:

Deres kart til BD 41°851 stemmer fullstendig med mit. Jeg håber De fortsætter med den. Jeg har hidtil intet offentliggjort da det var bedst om jeg samtidig kunde irettelægge begge grene af kurven omkring minimum så vel den ned- som opstigende. Jeg vil nødig at De skal melde noget som De senere blir nødt til at tage tilbage eller mortificere.

I minimum var stjernen for svak til å sees i 7 cm refraktoren. Dette hadde skjedd 26. desember 1905 og skjedde igjen 4. februar 1906. Einbu meddelte Schroeter umiddelbart, som svarte den 7. februar 1906:

Jeg har netop fået Deres brev af 5/II med meddelelsen at De igjen har havt et minimum af BD+41°851. Da De altså påny har fået bekræftelse på denne stjernes foranderlighed vil jeg sende en meddelelse derom til Astronomische Nachrichten. Bedst vilde det være at kunde melde samtidig den foreløbige verdi for perioden.

Einbu fortsatte observasjonene og et nytt minimum inntraff den 17. februar 1906. To dager senere skrev Schroeter:

Søndag var jeg ikke hjemme og fik derfor ikke anledning til at se det længe eftertræctede syn, BD 41°851 i minimum. Desuden havde jeg efter Deres sidste brev ikke ventet et minimum på den dag, thi De mente at kunne antage at perioden var 39 d, men nu må den sættes til 13 d. Jeg har skrevet til Astr. Nachr. thi jeg havde allerede sendt en lille meddelelse, og bedet at holde tilbage, hva De havde udtalt om perioden. Jeg skal holde udkig ved d. 2 mars, hvis veiret tillader det.

Et par uker senere trykte *Astronomische Nachrichten* Schroeters med-

delelse *Neuer veränderlicher Stern vom Algoltypus, 29.1906 Persei*. Da observasjonene ble avsluttet i april 1906 hadde Einbu notert 8 minima og kunne forbedre perioden til 13,196 døgn. Det var i god overensstemmelse med den verdien som etter oppdagelsen ble bestemt fra 301 fotografiske plater tatt på Harvard-observatoriet i USA mellom 1890 og 1906. De fant 13,199 døgn. Einbu fortsatte observasjonene til 1910 og forbedret perioden til 13,1989 døgn. GCVS(2012) gir 13,198904 døgn. Se figur 5.

Astronomische Gesellschaft i Tyskland tildelte Einbu Lindemanns belønning for 1906 for oppdagelsen av RW Per. Det var et nyopprett trykk av Bonner Durchmusterung stjerne katalog og karter.

Den første vinteren (1903/04) hadde Einbu 16 stjerner under overvåking. Seks av dem viste ingen variasjon, men vi har benyttet dem til å beregne presisjonen i Einbus visuelle observasjoner. Blant de variable stjernene identifiserte Einbu en formørkelsesvariabel (u Her), en langperiodisk (SW Gem) og syv irregulære variable. De tre som ble observert med jaktkikkerten, ρ Cas (320 døgn), g Her (89 døgn) og X Cnc (195 døgn), ble senere klassifisert til semiregulære. De fire (T Lyr, U Lac, SV Cyg og RR Cyg) som ble observert med 7 cm refraktoren (og senere 11 cm refraktoren) mangler fremdeles periodebestemmelse. I tillegg lette han gjentatte ganger etter SY Gem uten å finne den (den skulle vise seg å være en eruptiv stjerne med sjeldne utbrudd).

Den neste vinteren (1904/05) ble observasjonsprogrammet utvidet med X Lyr som er irregulær. Vinteren 1905/06 kom det til 6 nye stjerner. RR Lyr-stjernen XZ Cyg og Algolstjernen RW Per er omtalt ovenfor. Einbu observerte også de to Mira-stjernene W Dra og Z Peg. Etter mange års observasjoner bestemte han periodene til 260 og 320 døgn. De moderne verdiene i GCVS(2012) er 278,6 og 334,8 døgn. Tilsvarende fant Einbu en periode på 84 døgn for den semiregulære SW Per. GCVS(2012) har 102 døgn. Algolstjernen RV Per, med et hoved-

Potsdam 1906 September 20.

Sehr geehrter Herr!

Von Herrn A. F. Lindemann in Darmstadt ist dem Vorstande der Astronomischen Gesellschaft eine Anzahl von Exemplaren des Neudruckes der Bonner Durchmusterung überwiesen worden, mit der Bestimmung bei jeder Astronomerversammlung einige derselben an solche Astronomen zu verteilen, die sich auf irgend einem Beobachtungsgebiete Verdienste erworben haben und bei ihren Arbeiten gerade von der Bonner Durchmusterung mit Vorteil Gebrauch machen können.

Es gereicht mir zur besonderen Ehre, Ihnen im Namen des Vorstandes der Astronomischen Gesellschaft mitzuteilen, dass bei der diesjährigen Versammlung in Jena der Vorstand Ihnen ein Exemplar des genannten Werkes zuerkannt hat, mit dem Wunsche, dass Sie dasselbe recht oft zum Besten unserer Wissenschaft benutzen möchten.

L. A.

G. Müller.

Schriefführer der Astr. Ges.

An

Herrn Sigurd Einbu
in Lombaas, Lovre, Norwegen.

minimum på 2,1 størrelsesklasse, fikk perioden 1,973517 døgn, som er 2 sekunder lenger enn verdien i GCVS (2012).

Høsten 1906 utvidet Einbu programmet med 9 stjerner til. RT Tau var ikke variabel. RS Aur, Y UMa og Z UMa var semiregulære med perioder på 170, 177 og 206 døgn. GCVS (2012) angir 173, 168 og 196 døgn. Mirastjernene RR Aur, RV Cas og RS UMa hadde perioder på 308, 327 og

260 døgn. GCVS(2012) angir 310, 332 og 259 døgn. RV Tau med periodiske variasjoner på 78,7 døgn og 3 år ble prototype for en ny klasse variable stjerner (se *Astronomi* 2012-5). RW Aur var uregelmessig med flere utbrudd og klassifiseres i dag som T Tau-stjerne.

Ved juletider 1906 fikk Einbu en større kikkert. Da ble det mulig å observere langt svakere stjerner enn før. Observasjonsprogrammet økte i

Figur 6: Brevet fra Astronomische Gesellschaft i Tyskland der Sigurd Einbu tildeles Lindemanns belønning for 1906.

omfang fra 1907, og Einbu skulle komme til å gjøre oppdagelser som satte navnet hans på verdenskartet. Den historien blir fortalt i neste artikkel.