

ALLVITEREN SOM KOM INN FRA KULDEN

av

Olav Eldholm¹, Jørn Thiede² og Hilmar Bungum³

¹Institutt for geovitenskap, UiB; ²Köppen-laboratory, SPbGU/RF; ³Norsar

Den tyske forskeren Alfred Lothar Wegener lanserte sin kontroversielle hypotese om opprinnelsen til kontinenter og oseaner i 1912. Den var starten på et vitenskapelig gjennombrudd som la grunnlaget for en revolusjon innen geofaget.



Figur 1. Alfred L. Wegener (1880 - 1930).

‘Geo-revolusjonen’ besto av flere faser: Wegeners hypotese; en lite hendelsesrik periode hvor motstanderne dominerte; etterkrigstidens eksplosive tilfang av nye metoder og data; nye modeller basert på store horisontale bevegelser i jordskorpa; etterfulgt av verifikasjon, nyansering og prosessforståelse, for å ende med nær allmenn konsensus. Imidlertid fikk Wegener bare unntaksvis støtte for sin grunnleggende hypotese, særlig fra det geofaglige miljøet. Ofte ble den møtt med direkte nedverdiggende og infame kommentarer – av mange betraktet som vranglære. Først da platetektonikken ble introdusert på 1960-70-tallet ble hans hypotese akseptert, og Wegeners rykte gjenreist gjennom anerkjennelsen av hovedtrekkene i hans kontinentaldrifhypotese; mer enn 50 år etter han lanserte sitt grunnleggende konsept. Nå er kontinentaldrift og platetektonikk en del av nyhetsbildet og geopensum, *bevist* både av vitenskapelige dyphavsboringer og satellittmålinger. De gjenværende motstandere blir stadig

færre på sin vei mot *extinct species*. Dermed har Wegeners arbeider fått sin renessanse. Imidlertid er det langt mindre kjent at Wegener også ga særs viktige bidrag til flere andre grunnleggende geofaglige problemstillinger i meteorologi, atmosfæredynamikk, nedslagskratre og klima; høyst aktuelle tema den dag i dag. Med unntak av hans meteorologiske bidrag ble hans arbeider enten neglisjert eller forble ukjente blant hans samtidige i årevis. Ser en hans allsidige virke samlet er det særlig kontinentaldrifthyposen, opprinnelig et av hans mange raske steg over i en ny geofaglig disiplin, som skulle vise seg å bli høyst kontroversiell.

I den senere tid er det utgitt flere lesverdige bøker som belyser Wegeners liv og faglige virke (Krill 201X; McCoy 2006; Powell 2015); ikke minst er biografien av Greene (2015) dyptpløyende. Samtidig er flere av hans tyske originalarbeider og upubliserte kommentarer nyutgitt i faksimile med Wegeners håndskrevne notater (Wegener 2005; Krause og Thiede 2005), og i engelsk oversettelse (Köppen og Wegener 2015). Derfor returnerer vi til Wegener, først for vise hans faglige bredde, dernest belyser vi de overveiende negative reaksjonene i fagmiljøet på kontinentaldrifthyposen, og hvorfor det tok mer enn 50 år før han ble tatt inn i varmen. Hva skyldes denne massive motstanden? Det nye materialet viser at hans evne til analytisk interdisiplinær tenkning medvirket til at han skilte seg ut fra sine samtidige, dog uten å oppnå nevneverdig anerkjennelse i sin levetid. Samtidig gjenspeiles menneskelige trekk og faglige reaksjonsmønstre som vi også ser konturene av i vår egen tid.

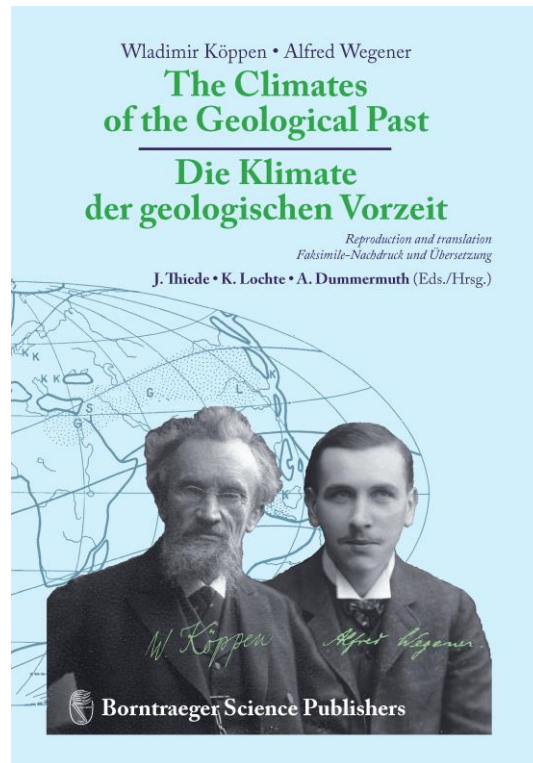
Allviter med allsidige interesser

Hverken Wegeners utdanning eller yrkeserfaring pekte mot en forskervei i geologi og kontinentaldrift. Med studier i fysikk og meteorologi og doktorgrad i astronomi, uten formell geofaglig bakgrunn, var de fleste av hans kolleger fysikere, astronomer og meteorologer. Etterhvert gikk han over til meteorologien, et felt som også tilfredstilte hans friluftinteresser. Han satte verdensrekord i ballongflygning, og deltok i fire farefulle ekspedisjoner til Grønland for å samle inn data om polare luftmasser – der han omkom på innlandsisen i 1930. I en alder av 29 år gammel ble han tilsatt ved Universitetet i Marburg hvor han forsket på forholdene i atmosfæren og ble kjent som en dyktig formidler. Fra 1919 arbeidet han som meteorolog i Hamburg for så i 1924 å overta et professorat i meteorologi og geofysikk ved Universitetet i Graz i Østerrike hvor han også fikk østerriksk statsborgerskap. Parallelt med virksomheten i meteorologi og atmosfæredynamikk var han sterkt opptatt det han kalte kontinentalforskyvning (*Kontinental-verschiebung*) og dannelse og utvikling (*Entstehung*) av

kontinenter og oseaner; etterhvert betegnet som kontinentaldrift. Utgangspunktet var at et superkontinent, Pangaea, sprakk opp og de nye kontinentdelene beveget seg horisontalt i forhold til hverandre. Et liknende konsept hadde sporadisk også blitt antydnet av andre tidligere, uten å vinne nevneverdig gehør. For eksempel, allerede i 1807 mente Alexander von Humboldt at likheter i flora tydet på at Afrika og Sør-Amerika hadde vært forbundet; en bemerkelsesverdig tolkning på den tiden. Denne ideen førte Wegener videre, i motsetning til mange andre av datidens forskere, ved at han brukte data fra en rekke disipliner innen geologi og biologi, inkludert morfologi, tektonikk, sedimentologi, paleontologi og utbredelse av planter og dyr, i utviklingen av sin kontinentaldrifthyptese.

Wegeners egen klimaforskning ble særlig viktig for å understøtte kontinentaldrifthyptesen. Her samarbeidet han med sin tids ledende meteorolog og klimaforsker Vladimir Köppen, som også ble hans svigerfar, helt til sin tidlige død. Samarbeidet kulminerte i 1924 da de utga en banebrytende monografi om paleoklimaet - *Die Klimate der geologischen Vorzeit* (bildet under). Dette verket, som også inneholder en revidert og oppdatert versjon av kontinentaldriftteorien, baserer seg på at de globale klimasoner som Köppen allerede hadde utviklet ble analysert i lys av Wegeners hypotese. Dermed kunne de beskrive en paleogeografisk global modell for klimautviklingen fra Pangaea sprakk opp, og fram til nåtiden. Deres tanker om klimaendringer gjennom geologisk tid var også påvirket at et nært samarbeid med serberen Milutin Milankovitch som fant at klimaendringene var styrt av systematiske endringer i jordens baneparametre, eksentrisitet, skråstilling, og presesjon, som i sin tur påvirker solinnstrålingen til jorda (Milankovitch 1941). Det faglige samarbeidet mellom disse tre gigantene er skildret på en personlig måte i en bok av Köppens datter Else (Wegener-Köppen 1955).

Samlet sett er Wegeners faglige virke kjennetegnet av mangfold og av hans bruk av feltobservasjoner som grunnlag for tolkninger og modeller, samtidig som hans innovative løsningsmodeller var basert på grunnleggende fysiske prinsipper. Få, om noen, andre forskere arbeidet med sentrale tema innen så mange ulike disipliner som Wegener. Her går han i sporene til en annen tysk allviter, Alexander von Humboldt (1769 - 1859), som tolket naturfenomenene som deler av et samvirkende nettverk han kalte *Naturgemälde*;



Figur 2. Den nyutgitte versjonen av Köppen og Wegeners banebrytende verk om paleoklimaet fra 1924 (se Thiede, Lochte, Dummermuth 2015).

et konsept som sterkt påvirket Darwin og mange andre, og former fremdeles vår tenkning særlig i miljø- og klimaspørsmål. Likevel synes også Humboldts revolusjonerende tanker å være glemt av mange; ikke minst i den engelskspråklige verden (Wulf 2015).

Wegeners allsidighet blir ytterligere dokumentert i hans studier av månens overflate. Gjennom modell-eksperimenter foreslo han at den i store trekk var formet av nedslagskratre. Han antok også at jordoverflaten var blitt deformert av nedslag (Wegener 1921), dette i en tid da det enda ikke var enighet om hvordan terrestriske og lunare kratre var dannet - en vulkansk årsak ble oftest foreslått. Nå er det med sikkerhet funnet nærmere et par hundre jordkratre, trolig kun en brøkdel av det totale antallet. I tillegg foreslo han at månen hadde sin opprinnelse i en gradvis, tilfeldig, tilvekst på grunn av kollisjoner med nærliggende legemer i bane rundt solen. Romforskningen har senere bekreftet Wegeners hypotese om at nedslagskratre har formet månens overflate. På tross av at Wegener hadde rett når det gjaldt årsaken til månekratrene, og var på god vei mot å forstå månens opprinnelse, ble det, dessverre, helt stille om avhandlingen før den så sent som i 1975 ble oversatt til engelsk, *The Origin of Lunar Craters*, av den tyrkiske geologen A. Celal Sengör.

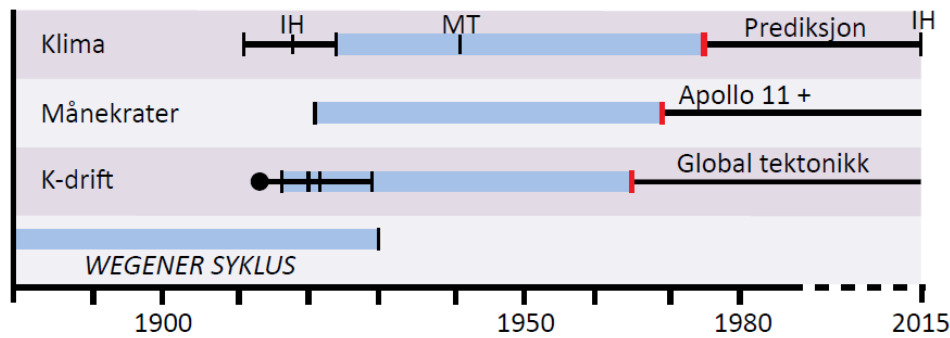
Wegeners kunnskap om beregning av astronomiske baneparametre kom også til nytte da en ildkule gikk over himmelen og slo ned et sted i Hessen 3. april 1916. Fra en rekke observasjoner beregnet han et sannsynlig nedslag nær landsbyen Treysa hvor deler av meteoritten senere ble funnet like utenfor Wegeners målsirkel.

Et annet, noe mer kuriøst, eksempel på hans allsidighet var hans funn av ansamlinger av ultratynne, ca. 4 cm lange, såkalte ishår, på døde tregreiner. Allerede i 1918 foreslo han at disse hadde en biologisk årsak, dannet på steder hvor det var vinteraktiv sopp på den mørke veden (Wegener 1918). Først nylig ble hypotesen bekreftet eksperimentelt ved å vise samspillet mellom biologi, tilstanden til atmosfæren og egenskapene til is og vann (Hoffmann et al. 2015).

Motstand og glemsel

Et tilbakeblikk på Wegeners naturvitenskaplige bidrag viser to slags reaksjonsmønstre. Kontinentaldrifthypotesen skapte som nevnt en heftig, ofte primitiv, debatt som stilnet av etter at bokas fjerde utgave kom ut i 1929. *Autoritetene* hadde avvist teorien og dermed lagt ballen død - nok om det. Først da havbunnsbredning ble introdusert på 1960-tallet fikk Wegener sin renessanse (Oreskes 2013; Romano og Cifelli 2015). Det andre mønsteret synes å være kjennetegnet enten av en tilsiktet taushet eller av det faktum at hans bidrag ikke var kjente utover det tyskspråklige forskersamfunnet. Unntaket er meteorologi, kosmisk fysikk og atmosfæredynamikk hvor han allerede i 1913 markerte seg ved å utgi ut sin første bok, *Thermodynamik der Atmosphäre*, som i flere tiår var et standardverk i atmosfærefysikken (Schröder 1999).

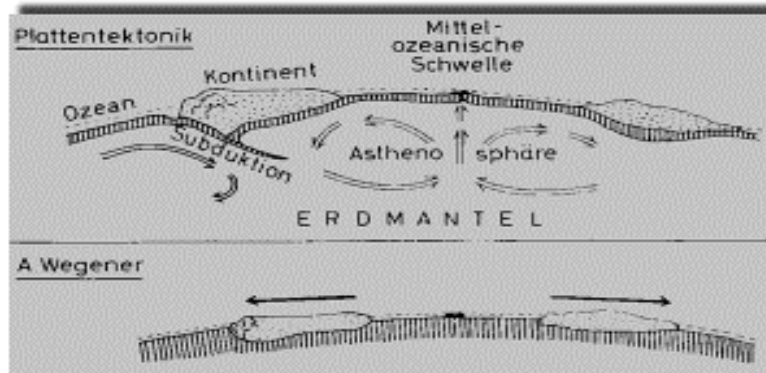
Nå anerkjenner de fleste at Wegener var langt forut for sin tid i flere av de mange tema han interesserte seg for og arbeidet med. På tross av dette tok det omlag 50 år, eller mer, før hans meritter ble anerkjente globalt; et tidsintervall vi litt uhøytidelig kaller en *Wegener-syklus* (figuren under). På den annen side er ikke slike tidsforsinkelser på noen måte unike i naturvitenskapen når kraftfulle nye teorier utfordrer konsepter som har fått utvikle seg i generasjoner. Her har Wegener selskap av Copernicus, Einstein og Darwin,



Figur 3. Wegeners levetid tilsvarer omlag tiden mellom lansering og allmenn aksept av noen av hans forskningstema, her kalt *Wegeners 50-års syklus* vist i blå farge. Hans ishårteori (IH), fra 1918 bekreftet i 2015, og Milankovitch orbitalteori (MT), i sin helhet publisert i 1941, er begge vist på klimalinjen. K-driftlinjen viser lansering (sirkel) og tiden for teoriens fire bokutgaver.

for å nevne noen (for eksempel Sherwood 2011; Oreskes 2013). Videre er kontinentaldrift og platetektonikk ofte tatt til inntekt for Thomas Kuhns tanker om vitenskapelige revolusjoners struktur (Kuhn 1962), men som regel uten nærmere begrunnelse. Bungum og Eldholm (2014) analyserte hans begrepsverden med eksempler fra kontinentaldrift og platetektonikk og konkluderte med at det bare er ved hjelp av den store flertydigheten i Kuhns modell at platetektonikken kan passe inn.

Hvordan har det seg at idéer og tolkninger som i et halvt århundre ble betraktet som vitenskapelig «vranglære» deretter ble akseptert og i dag er lærebokstoff? I utgangspunktet tar vitenskapelig og ikke minst såkalt *akademisk* modning tid. I Wegeners tilfelle skyldes det i stor grad også et uheldig samspill mellom faglige, samfunnsmessige og psyko-sosiologiske faktorer. I denne sammenheng merker vi oss at både von Humboldt og Wegener raskt ble glemt, spesielt i Storbritannia og USA. Da allviteren von Humboldt døde i 1859 var naturvitenskapen på vei mot en økende grad av spesialisering, mens hans mer holistiske tilnærming kom i bakgrunnen. Da Wegener kom på banen med sin kontinentaldrifhypotese tidlig i det forrige århundre var det lite spillerom for tanker og idéer på tvers av disiplinene - også i Tyskland.



...Diese schienen auch nahezu liegen, die mittelatlantische Schwelle als diejenige Zone zu betrachten, in welcher bei der noch immer fortschreitenden Erweiterung des Atlantischen Ozeans der Boden desselben fortwährend aufreißt und frischem, relativ flüssigem und hochtemperiertem Sima aus der Tiefe Platz macht...

Figur 4. Forut for sin tid? Wegeners (1912 a, b) modell sammenliknet med en mer moderne platetektonisk utgave (fra Schwarzbach, 1989). Wegener (1912a) skriver blant annet ‘... Dette synes også å indikere at hevingen av den midt-Atlantiske ryggen kan betraktes som en sone hvor den kontinuerlige utvidelsen av Atlanterhavets bunn finner sted ved at skorpen er oppsprukket og tilføres fersk, relativt flytende materiale fra den underliggende mantelen...’. Her mangler bare betegnelsen havbunnsspredning. På tross av dette returnerte ikke Wegener til denne mekanismen - trolig på grunn av mangel på *bevis*, eller ble han frarådet av sine mer konservative kollegaer i Marburg?

Hvordan ble så Wegeners ulike faglige innspill mottatt i Norge? Innen meteorologien var hans arbeider kjent og respektert og både han og Köppen hadde god faglig og sosial kontakt med Wilhelm Bjerknes. Da Wegener dro til Grønland i 1912 reiste hans forlovede, Else Köppen, til Bjerknes i Oslo for blant annet å lære familien tysk ettersom Bjerknes hadde fått et professorat i meteorologi ved universitetet i Leipzig. Når det gjaldt kontinentaldrift synes norske geologer tidlig å være kjent med konseptet, men mottakelsen var heller kjølig. Allerede i 1919 avviste Olaf Hultedahl i en artikkel i *Naturen* Wegeners hypotese (Svensen, 2012). Unntaket var Fridtjov Nansen som synes å tenke i samme baner som Wegener (Müller, 2014), trolig på grunn av at hans undersøkelser i Polhavet og Norske-Grønlandshavet definerte skillet mellom kontinentalmarginen og dyphavsområdene. Videre kjente Nansen til isostasibegrepet som han anvendte på Nordens yngre klimahistorie. Her refererer han til Wegener (Nansen 1925, 1926). Når det gjaldt Grønlands klimahistorie krysset imidlertid Wegener klingene med Fridtjof Nansen (Nansen 1926); de var uenige om årsaken til oppvarmingen i postglasial tid.

Først i 1930 ser vi tegn på en mer positiv holdning, da uttrykt av den *unge* Tom F. W. Barth i Oslo. Likevel var det først mot slutten av 1960-tallet at idéen om store laterale jordskorpeforskyvninger slo rot i norsk geofag-undervisning. Noen av oss husker tektonikk-kurset ved UiB midt på 1960-tallet hvor hans teori faktisk ble nevnt - med et smil og kun som en fotnote, i aller siste time.

Arbeidsmetodikk

For å forstå Wegeners tverrfaglighet, ofte gjennom raske sprang over i nye geofaglige tema utenfor hans til da tidligere virke, må en ta for seg hans måte å tilnærme seg et nytt tema. Her er det et gjennomgående mønster (Greene 2015). Først finner han en artikkel innen sitt vide interessefelt hvor han med utgangspunkt i artikkelens data trekker, helt eller delvis, andre konklusjoner. Dernest tar han for seg tilgjengelig litteratur som overbeviser han om at hans alternative tolkning har noe for seg, for så å presentere en ny og kraftfull arbeidshypotese. Dermed blir hans hypotesebegrep en enhetlig samling av disiplinært ulike faglige data som bidrar til en bedre tematisk forståelse som i sin tur viser vei mot videre studier. Dette blir så startpunktet for en jakt på nye data som understøtter hans tolkning eller som fører til revisjon av denne.

Denne evnen til å systematisere data og å integrere og revurdere eksisterende tolkninger, ikke minst basert på hans feltefaring, er typisk for de mange tema han tok for seg i sitt korte forskerliv. Med andre ord, den kvalitative dokumentasjon av det temaet som fanget hans interesse var allment tilgjengelig, men hadde ikke blitt systematisert eller kvantifisert. Dermed kastet han seg over nye tema, noe som ofte førte til nye og grensesprengende tolkninger, men som han selv betraktet som arbeidshypoteser.

Faglig styrke og svakhet

Denne arbeidsmetodikken førte til at Wegeners faglige konsepter ofte var basert også på kvalitativ informasjon som lettere åpnet for alternative tolkninger. Ikke minst gjaldt dette hans kontinentaldrifthyptese hvor det ble påpekt enkelte feil og mangler i hans analyse, spesielt at farten på kontinentbevegelsene var altfor stor, at det manglet en fullgod driftsmekanisme, og at hans begrepsapparat for rotasjoner ofte var uklart. Selv erkjente han tidlig mekanismeproblemet. Allerede i 1912 lanserte han en modell som kan tolkes som mantelkonveksjon og som inneholder sentrale elementer av dagens havbunnsspredning (Figur 4; Wegener, 2012a, b); men uten å ha data til å utvikle prosessene, noe han overlot til andre å

gjøre. For eksempel, en hadde ikke den gang nok batymetriske data til presist å kartlegge den midt-Atlantiske ryggen. Dermed forlot han temaet, men referanser i hans fjerde utgave viser at han var kjent med samtidige arbeider innen termal konveksjon (Schwinner 1920; Ampferer 1925). Arbeidet med driftsprosessene ble senere revitalisert av den britiske geologen Arthur Holmes og mange andre. Det er særlig viktig å merke seg at Wegener utviklet en kinematisk modell som viste kontinentbevegelsene og at han aldri gjorde krav på å ha en enhetlig dynamisk modell som tok for seg drivkreftene. Selv i dag er det uavklarte spørsmål om kontinentaldriftens *motor*. På den andre siden så han en direkte sammenheng mellom horisontale bevegelser i jordskorpen og dannelse av store fjellkjeder, jordskjelv og vulkanisme, som er fundamentale elementer i global tektonikk. Dette sto i sterk kontrast til hans største kritikere, *autoritetene*, som ikke aksepterte at jordskorpen beveget seg horisontalt. Dermed utfordret han den geologiske ekspertisen. I ettertid ser en at motstanden Wegener møtte på ingen måte sto i forhold til det observasjonsmaterialet som forelå - i det minste burde hans modell ha blitt akseptert som et konsept eller en arbeidshypotese. Wegener var tross alt en forsker som verdsatte feltarbeid og observasjoner, noe hans ballongferder og Grønlandsekspedisjoner med all tydelighet viser gjennom hans kombinasjon av reelle data og fysiske prinsipper.

På Wegeners tid var samspillet mellom geologi og geofysikk, disipliner som vektla henholdsvis kvalitative og kvantitative betraktninger, i sin formative fase. Geologene hadde ennå liten erfaring med å integrere geofysiske data i sine konsepter. Særlig manglet mange geologer en forståelse av det isostatiske likevektsprinsippet som var fundamentalt hos Wegener; og som han blant annet også brukte til å forklare den postglasiale hevingen av Fennoskandia noe også Nansen var inne på.

Kulturelle, samfunnsmessige og psykososiologiske faktorer

Uten tvil har de to verdenskrigene spilt en rolle både for mottakelsen og verdsettelsen av Wegeners arbeider - og at han forsvant fra den faglige radarskjermen. På tross av at det tradisjonsrike, men også konservative og til dels dogmatiske forskersamfunnet i Tyskland var langt større enn i andre *store* geofag-nasjoner som Storbritannia og USA ved slutten av første verdenskrig, oppsto det sterke anti-tyske holdninger med den konsekvens at tysk tenkning og vitenskap ble skadelidende i lang tid. Samtidig var det i USA i ferd med å utvikle seg en mer åpen faglig kultur enn den tradisjonelt hierarkiske europeiske modellen. Resultatet ble en form for faglig isolasjon av tyskspråklige forskere i en tid da behovet for meningsutveksling

var stort i naturvitenskapen generelt, og i geofaget spesielt. Den globale og tverrfaglige tradisjon som von Humboldt og Wegener representerte tapte dermed anerkjennelse, eller ble helt glemt, gjennom et halvt hundre år.

Det gjorde ikke saken bedre at Wegener publiserte lite på fremmedspråk, med unntak av dansk. Likevel ble hans fire utgaver av boka om kontinentaldrifthyotesen oversatt til mange språk. I 1920-årene var tysk ikke lenger geofaglig hovedspråk, en status det aldri gjenvant. Han var heller ikke en flittig deltaker på internasjonale møter og kongresser. På den annen side sto det tyske språket sentralt i naturvitenskapelig forskning da han utga sine første bøker om kontinentaldrift og den påfølgende debatt viser at hans idéer var kjent i vide kretser. Den nesten ikke-eksisterende oppmerksomhet omkring hans øvrige arbeider etter at de ble utgitt skyldes nok til dels at engelsk hadde overtatt som hovedspråk etter den annen verdenskrig. I tillegg ble mesteparten av hans bøker ødelagt av krigens herjinger; for eksempel finnes det kun få gjenværende eksemplarer av Köppen og Wegeners (1924) store klima-epos (Thiede m. fl. 2015). Arven etter Wegener ble også hemmet av hans tidlige død, noe som bidro til at han ikke etterlot seg en kader av yngre professorer som kunne ha ført hans tanker videre.

Utvilsomt spiller også psykososilogiske faktorer (Barber 1961; Mitchell 2016) inn i dette spillet hvor geofagmiljøet var dominert av ensretting og sterke personligheter som av seg selv og andre ble betraktet som *autoriteter*. Wegener tilhørte ikke dette miljøet hvor mange så på han som en inntrenger - *han er jo ikke en av oss*. Dette sammen med at hans formelle bakgrunn i fysikk og astronomi, og hans stillinger i meteorologi, virket som en magnet for negativ omtale av hans tanker om den faste jords historie. Det ble tilsynelatende viktigere å *ta mannen enn ballen*. Det hjalp lite at Wegener var i stand til å utnytte informasjon fra ulike naturvitenskapelige disipliner i sin jakt på et helhetsbilde. Data fra en rekke geofaglige disipliner er grunnlaget for hans kontinentaldrifthyotese; med andre ord en omfattende interdisiplinær tilnærming som verktøy for problemløsning. Dette var en metodikk han og hans medarbeidere også benyttet i sine andre arbeider. Denne tverrfagligheten og evnen til å kunne tenke *utenfor boksen* står i sterk kontrast til den dype skepsis og aktive motstand hypotesen møtte. Det er et paradoks at de nye etterkrigsidéene om platetektonikk, havbunnsbredning og kontinentaldrift nettopp baserte seg på en tilsvarende faglig tilnærming hvor nytt tilfang av data og metoder både fra kontinentale, og ikke minst marine områder, la grunnlaget for revolusjonen i geofaget på 1960- og 70-tallet. Wegeners skisse fra

1912 hvor han introduserer sin hypotese, glemt av samtid og ettertid, er i så måte en geofaglig juvel (figur 4).

Analyse av mekanismene som påvirker tolkning og beslutningstaking innen ulike vitenskaper er blitt gjenstand for mye oppmerksomhet de siste tiår, ikke minst fordi det viser seg at intuitive reaksjoner lett blir påvirket av forutinntakelse og fagfeltets gjeldende rammeverk, såkalt *kognitivt bias*. Dette fører til at forskerhjernen blir motivert til å finne det den er programmert til å finne (Nuzzo 2015). I denne sammenheng kan geofaglige tema analyseres både fra en naturvitenskapelig og samfunnsvitenskapelig tilnærming ved å anvende Kahnemans (2011) to reaktive systemer: System 1 (*hurtig*) opererer nærmest automatisk og er raskt, instinktivt og emosjonelt, mens System 2 (*langsomt*) opererer kontrollert og er roligere, mer omtenkstomt og logisk. Motstanden mot Wegeners idéer var i det alt overveiende raske og følelsesmessige System 1-reaksjoner, basert på et selektivt utvalg av faglige momenter. Dette ble trolig utløst av hans formelle og faglige distanse fra geologifaget mer enn av en gjennomtenkt faglig analyse.

Historien viser at Wegeners tverrfaglige tilnærming var lett å angripe ikke minst fra «*spesialistene*», både med rette og urette. På tross av enkelte feil og en uklar driftsmekanisme er det likevel et tankekors at et grunnleggende konsept som ble betraktet som vranglære i store deler av det geofaglige forskningsmiljøet i omlag et halvt århundre blir gjenfødt og beskrevet som paradigmeskifte og faglig revolusjon. I dag ser en at den manglende evne til å lytte til Wegener førte til geofaglig stagnasjon i om lag 50 år. Historien viser også at faglig dogmatisme ofte er upåvirket av tilgjengeligheten av kvalitetsdata. Paradoksalt nok var det at kombinasjonen av integrert analyse av nye marine data, og forskere som var i stand til å tenke interdisiplinært, som alt for sent førte til erkjennelsen av Wegeners kontinentaldrifhypotese. Den konsensus som råder i dag både innen dette feltet og de fleste andre tema han bidro til, står i slående kontrast til den måten han ble møtt i sin samtid.

Sluttord

I dag framstår Wegener som en prototype på den nysgjerrighetsdrevne forsker, på mange måter er han geofagets *polymath*. Hans interdisiplinære, databaserte tematiske tilnærming til geofaget er minst like utfordrende i dag som på hans tid, med diskusjonen om globale klimaendringer som et særlig aktuelt eksempel.

Wegener kom aldri tilbake fra sin fjerde Grønlands ekspedisjon i 1930. Han ble borte på den sentrale delen av innlandsisen på vei tilbake til Grønlands vestkyst. Våren 1931 ble hans legeme funnet nedgravd i snøen omlag 180 km vest for *Eismitte*, trolig lagt der av hans grønlandske ledsager som fortsatte turen mot vest sammen med Wegeners siste dagbøker. Rasmus ankom aldri og er forsvunnet til dags dato (Fig. 5). Wegeners legeme ble lagt tilbake i snøen og er siden er ikke funnet. Om tusener av år vil han kanskje igjen komme ut av kulden et sted langs Vest-Grønlands kyst - trolig i en tid med et langt varmere klima enn i dag. Da han omkom var han også faglig ute i kulden - isolert og neglisjert - for å bli tatt i varmen først omlag 50 år senere.



Figur 5. Alfred Wegener (t.v.) sammen med sin grønlandske ledsager Rasmus Villumsen 1. november 1930 på *Eismitte*. Der feiret han sin 50-årsdag. Det tragiske var at hadde sagt til det tyske forskningsråd, som finansierte hans ekspedisjon, at den måtte gjennomføres før han ble 50 år! Ellers ville han ikke være i en tilstrekkelig god fysisk form. Litt senere forsøkte de to å vende tilbake til Grønlands vestkyst, i fimbulkulde og sterk vind, men uten å klare det.

Referanser

- Ampferer O., 1925. Kontinentalverschiebungen. *Die naturwissenschaften*, 13, 669-675.
- Barber, B., 1961. Resistance by scientists to scientific discovery. *Science*, 134: 596-602.
- Bungum, H. og Eldholm, O., 2014. Thomas Kuhn etter 50 år: en platetektonisk innfallsvinkel. *Nytt Norsk Tidsskrift*, 31: 44-53.
- McCoy, R.M., 2006. *Ending in Ice. The revolutionary Idea and Tragic Expedition of Alfred Wegener*. Oxford Univ. Press, 194pp.
- Greene, M.T., 2015. *Alfred Wegener: Science, Exploration, and the Theory of Continental Drift*, Johns Hopkins University Press, 675pp.
- Greene, M.T., 1998. Alfred Wegener and the origin of lunar craters. *Earth Sciences History*, 17: 118-120.
- Hofmann, D., Preuss, G. og Matzler, C., 2015. Evidence for biological shaping of hair ice. *Biogeosciences*, 12: 4261-4273.
- Holtedahl, O., 1919. Nutidens anskuelser om jordskorpebevægelsernes aarsaker. *Naturen*.
- Jacoby W., 1981. Modern concepts of geodynamics anticipated by Alfred Wegener in 1912. *Geology*, 9, 25-27.
- Kahneman D., 2011. *Thinking, Fast and Slow*. Penguin Books, 499pp.
- Krause, R. Thiede, J. (eds.), 2005. Alfred Wegener. Kontinental Verschiebungen. Originalnotizen und Literatúrauszüge (1915 und 1929 auflage). *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 516, 419pp.
- Kuhn, T.S., 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press. Fourth Edition, 2012, with postscript by the author (1969), 217 pp.
- Köppen, W., Wegener, A., 1924. *The Climates of the Geological Past (facsimile of original edition, english translation and Supplements and Corrections by Köppen W. (1940))*. Thiede, J., Lochte, K. og Dummermuth A. (eds.), Borntraeger Sci. Publs., 657pp.
- Milankovitch, M., 1941. *Kanon der Erdbestralung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*. *Royal Serbian Sciences, Spec. Publ., Sect. Math. Nat. Sci.*, 33: 1-633.
- Mitchell, S.D., 2016. *The paradigm shift, in perspective*. *Science*, 351: 1404.
- Müller R., 2014. Det som ble Norge. Aschehoug, Oslo, 302pp.
- Nansen F., 1925. Klimavekslinger i Nordens historie. Det norske Videnskaps-Akademi, Oslo.
- Nansen F., 1926. Klimavekslinger i historisk og postglacial tid. Det norske Videnskaps-Akademi, Oslo, 1. Matem.-Naturvid. Klasse, 1-26.
- Nuzzo, R., 2015. *Fooling ourselves*. *Nature*, 526: 182-185.
- Oreskes, N., 2013. *How plate tectonics clicked*. *Nature*, 501: 27-29.
- Powell, J.L., 2015. *Four revolutions in Earth Sciences: From Heresy to Truth*. Columbia Univ. Press, New York, 367pp.
- Romano, M., Cifelli, R.L., 2015. *100 years of continental drift*. *Science*, 350: 915-916.
- Schröder, W., 1999. *Wegener's work included studies of noctilucent clouds, auroras*. *Eos*, 80: 357-361.
- Schwarzbach M., 1989. Alfred Wegener und die Drift der Kontinente. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 160 pp.
- Schwinner R., 1920. Vulkanismus und Gebirgsbildung. Ein Versuch. *Zeitschrift für Vulkanologie*, 5, 175-230.
- Sherwood, S., 2011). *Science controversies past and present*. *Physics Today*, Oct.: 39-44.
- Svensen, H, 2012. *Skeptisk - til det siste*. <http://www.geoforskning.no/nyheter/historikk/162-skeptisk-til-det-siste>
- Thiede, J., Lochte, K., Dummermuth, A., 2015. *Preface 2015*. In reissue of Köppen, W., Wegener, A. (1924): 3-7.
- Wegener, A., 2005. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane (The Origin of Continents and Oceans). Facsimile of 1st ed. 1915, with Wegeners original comments, and 4th ed. 1929; and introduction by Krause, R., Schönharting, G. og Thiede, J., Gebrüder Borntraeger, 481pp.
- Wegener, A., 1975. *The Origin of Lunar craters* (translated from Die Entstehung der Mondkrater (1921 by Sengör, A.C.)). *The Moon*, 14: 211-236.
- Wegener A., 1915/20/22/29. *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig.
- Wegener, A., 1918. *Haareis auf morschem Holz*, *Die Naturwissenschaften*, 6, 598-60.
- Wegener, A., 1912a. *Die Entstehung der Kontinente*. Petermanns Mitteilungen, 58.
- Wegener, A., 1912b. *Die Entstehung der Kontinente*. Geologisches Rundschau, 3, 276-292.
- Wegener, A., 1911. *Thermodynamik der Atmosphäre*. J.A. Barth.
- Wegener-Köppen, E., 1955. *Wladimir Köppen – ein Gelerntleben*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m.b.H., Stuttgart, 195pp.
- Wulf, A., 2015. *The invention of Nature. The adventures of Alexander von Humboldt, the lost hero of science*. John Murray, London, 473pp.