



# LUND UNIVERSITY

## Ekman och Källén

**Två världskända teoretiska lundafysiker.**

Forkman, Bengt; Jarlskog, Cecilia; Litzén, Ulf; Holmin Verdozzi, Kristina

*Published in:*

Fysik i Lund i tid och rum

2016

*Document Version:*

Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Forkman, B., Jarlskog, C., Litzén, U., & Holmin Verdozzi, K. (Red.) (2016). Ekman och Källén: Två världskända teoretiska lundafysiker. I *Fysik i Lund i tid och rum* Gidlunds förlag i samarbete med Fysiska institutionen, Lunds universitet.

*Total number of authors:*

4

*Creative Commons License:*

CC BY

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

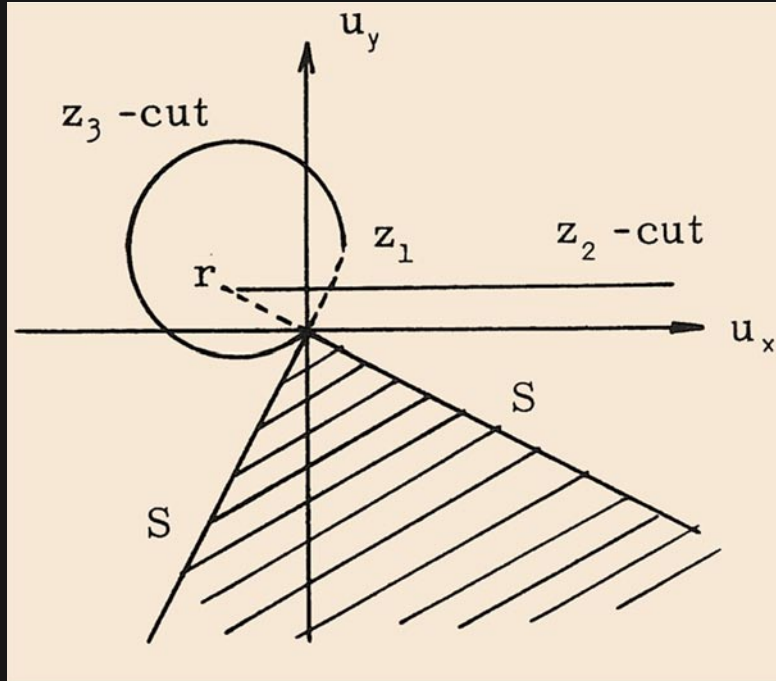
Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00



## Ekman och Källén

Två världskända  
teoretiska lundafysiker.

## Ekmanspiralen

Walfrid Ekman kom från Stockholm och studerade i Uppsala. Han är framför allt känd för att ha upptäckt och formulerat teorierna om hur vinden, jordens rotation och friktionen i vattnet samverkar så att riktningen hos en havsström ändras med djupet – det bildas en så kallad Ekmanspirala. Efter disputationen på avhandlingen *Om jordrotationens inverkan på vindströmmar i hafvet* år 1902 fick han anställning på havsforskningslaboratoriet i Kristiania (Oslo).



Walfrid Ekman 1874 - 1954  
Svensk fysiker och oceanograf.

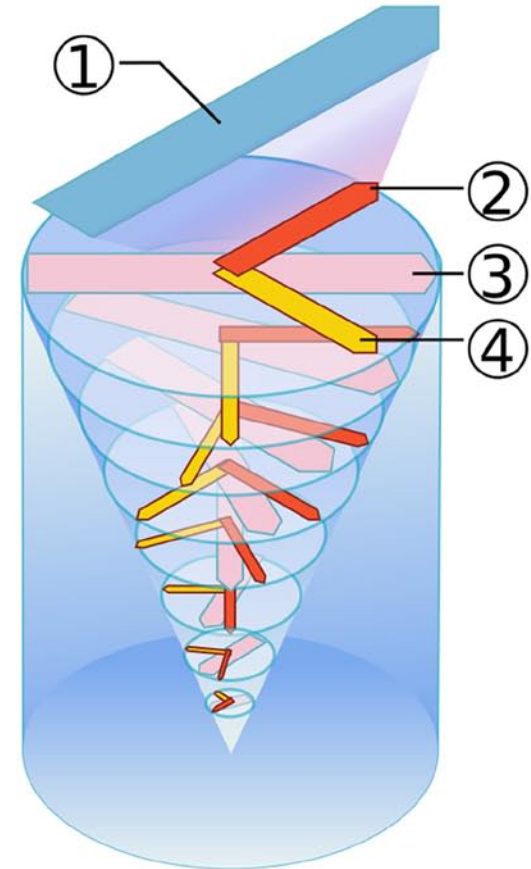
## Osynliga krafter

Det var i Oslo som Ekman utvecklade sin havsströmteori. Sedan gammalt visste man att det i nordliga fjordar hände att fartyg kunde hamna i dödvatten. Det verkade som om fartyget hölls tillbaka av en osynlig kraft – *en havsdemon* i folkmun.

Ekman kunde visa att fenomenet beror på det lättare skikt av sötvatten som utbreder sig ovanpå det salta havsvattnet vid ismältning och vid älvmynningar. Det kan då uppkomma farddämpande svallvågor inte bara vid vattenytan utan också i gränsskiktet mellan söt- och saltvatten.

### Förenklad bild av Ekmans spiraleffekt på norra halvklotet:

- Blått – Vindriktning
- Rött – Friktionsvektor
- Gult – Corioliseffekten
- Rosa – Resultierande strömningsriktning

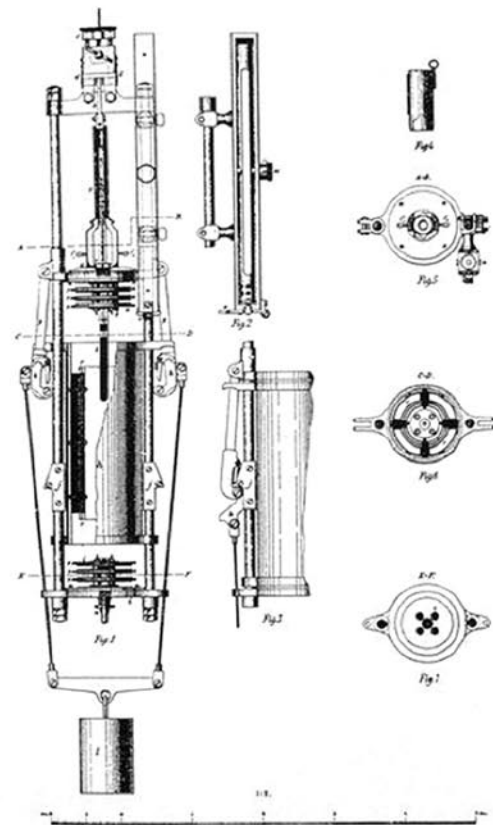


Ekmanspiralen

Ekman var inte bara en skrivbordsmänniska utan ledde själv undersökningar till havs. Han är också känd för sin lärobok i mekanik (1919) som användes i svensk fysikutbildning under mer än 40 år.

Walfrid Ekman blev professor i mekanik och matematisk fysik vid Lunds universitet när han efterträdde Albert Viktor Bäcklund 1910. Själv efterträddes han 1939 av Torsten Gustafson.

Som person var Walfrid Ekman känd som allvarsam och djupt religiös men var även en god sångare och pianist.



Ekmans egen konstruktion av strömmätare.

## Teoretikernas hemvist

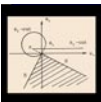


Kungshuset i Lundagård.

Den experimentella fysiken flyttade från Kungshuset redan år 1846 men de teoretiska fysikerna stannade kvar tillsammans med matematiker och statistiker.

Först på 1930-talet bröt de tre grupperna upp från Kungshuset och flyttade till lediga lokaler i gamla lärarinneseminariet vid Sölvegatan, mitt emot det vi idag kallar Gamla Fysicum.

Därifrån flyttade de teoretiska fysikerna år 1944 till en lägenhet vid Clemenstorget för att slutligen återförenas med den experimentella fysiken i det nya Fysicumkomplexet när det invigdes i maj 1951.



## Student & civilingenjör

Gunnar Källén föddes 1926 i Kristianstad men växte upp i Göteborg.

Efter studentexamen vid Vasa högre allmänna läroverk år 1944 fortsatte han sina studier vid Chalmers universitet, där han blev civilingenjör i elektroteknik år 1948.





## Doktorand & adept

1948 kom Källén till Lund och antogs som doktorand hos professor Torsten Gustafson vid institutionen för mekanik och matematisk fysik.

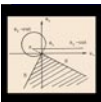
Följande år skrev Gustafson till nobelpristagaren Wolfgang Pauli i Zürich och frågade om *en ung man som är mycket intresserad av teoretisk fysik* fick följa Paulis föreläsningar under sommarterminen.

Källén tillbringade sommarterminen 1949 i Zürich och i juli skrev Pauli till Gustafson och beskrev Källén som *begåvad med stor skicklighet och talang*.



Pauli föreläser och omtalade senare Gunnar Källén som *min upptäckt*.



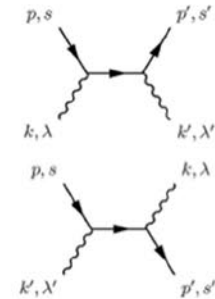


# Kvantelektrodynamiken (QED)

Forskare som Dirac, Pauli, Tomonaga, Schwinger och Feynman utvecklade kvantfysiken och beskrev den fundamentala strukturen hos materien och materiens fenomen.

De lyckades finna de rätta uttrycken (QED) för växelverkan mellan foton och elektron och skapade Kvantfältteorin.

Med denna teori, som tillåter skapandet och förintandet av partiklarna mellan materia och energi, kunde partiklar beskrivas som excitationer av fält och krafterna mellan partiklar som utbyte av virtuella partiklar. Detta visualiseras ofta med hjälp av så kallade Feynmandiagram.



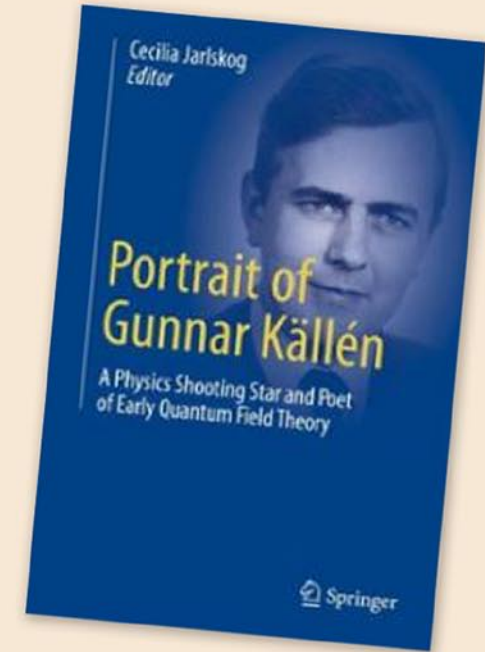
Richard Feynman och QED = Fysikens juvel.

## Paulis rådgivare

Redan under Källéns första besök i Zürich föreslog Pauli att Källén skulle studera den fjärde ordningens korrektion till fenomenet vakuum-polarisation i yttre fält.

Pauli blev mäktigt imponerad av den unge och självständiga Källéns virtuositet och snabbhet som redan samma år resulterade i en uppmärksammad artikel i *Helvetica Physica Acta*.

Källén och Pauli förde senare en omfattande korrespondens och Pauli använde Källén som sin rådgivare och granskare av sina vetenskapliga artiklar.



Cecilia Jarlskog, professor i teoretisk partikelfysik, har skrivit en biografi över Gunnar Källén.

## Doktor och äkta make

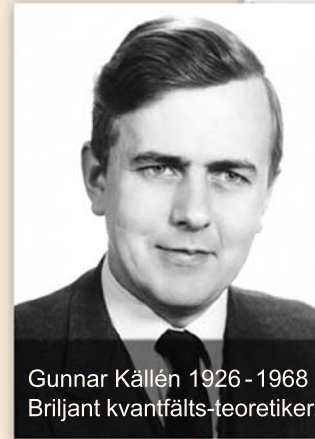


Gunnel Bojs och Gunnar Källén.

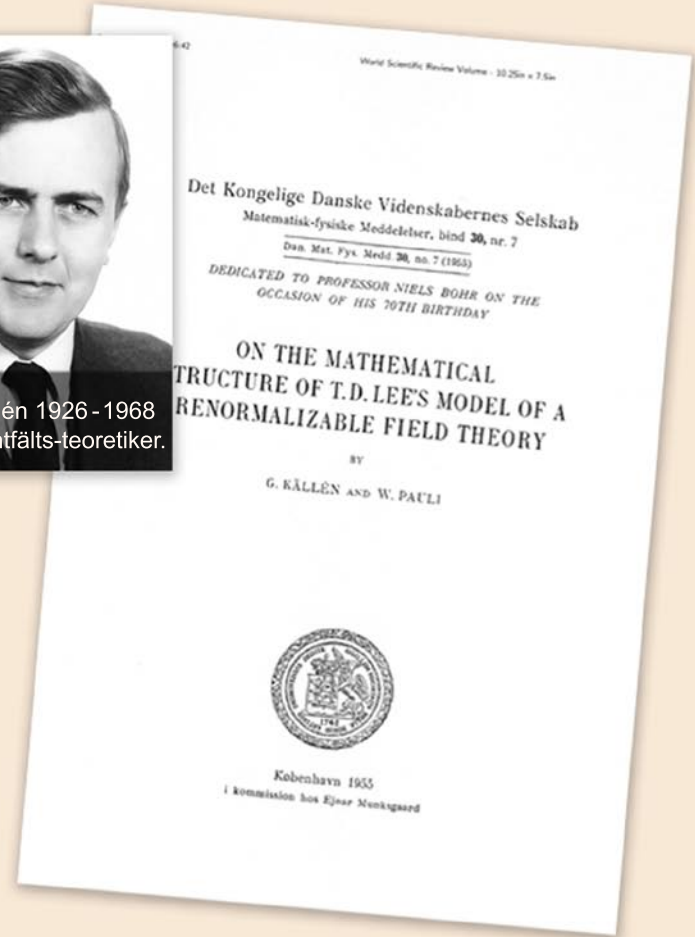
I Lund fortsatte Källén sitt arbete som doktorand inom kvantelektrodynamiken och disputerade 1950 på en avhandling med titeln *Formal integration of the equations of quantum theory in the Heisenberg representation*.

Året därefter gifte han sig med Gunnel Bojs. 1952 blev han den förste forskaren som anställdes i den nybildade CERN Theoretical Study Division i Köpenhamn.

## Fysikens poesi



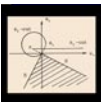
Gunnar Källén 1926 - 1968  
Briljant kvantfältsteoretiker.



En viktig fråga vid den tiden var huruvida kvantelektrodynamiken, med sina oändligheter och sitt renormeringsförfarande, var en konsistent teori.

Källén studerade denna fråga på ett originellt sätt genom att använda Heisenberg-representationen och lyckades därmed få nya resultat bortom störningsteori.

Källéns imponerande resultat placerade honom i kvantfältteorins *Hall of Fame*. Det ansågs att han skrev poesi i kvantfältteorins svåra språk medan de flesta knappast kunde reda ut dess grammatik.



## Krafterna i naturen

Under de senare åren av 1950-talet utvidgade Källén sitt forskningsfält till att omfatta formella aspekter av kvantfältteorier.

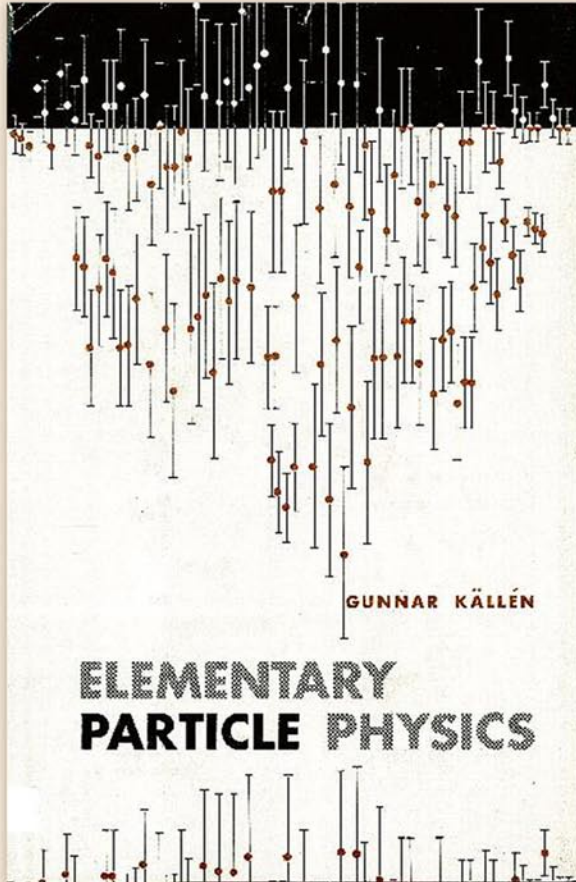
Tillsammans med sina medarbetare och doktorander studerade han allmänna egenskaper hos vakuumbärande värdar av produkter av fältoperatorer. Man hoppades att dessa skulle visa vägen till teorier för krafterna i naturen.

Källén upptäckte vackra samband och formler men blev trots detta besviken över att hans ansträngningar inte ledde till de nya kunskaper i fysik som han förväntat sig.



Den 12:e Solvay-konferensen 1961 handlade om Kvantfältsteori.

## Teoretisk partikelfysik

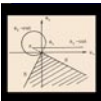


Källéns sista forskningsfält blev teoretisk partikelfysik. Han lärde sig ämnet snabbt genom att föreläsa och skriva en mycket uppskattad bok *Elementary Particle Physics* som utkom 1964.

Hans sista artiklar handlade om högre ordningens korrekationer till myon- och betasönderfall.

Källén är också känd för andra insatser inom kvantfältteorin, däribland Källén-Sabry-potentialer och Källén-Lehmann-representationen.

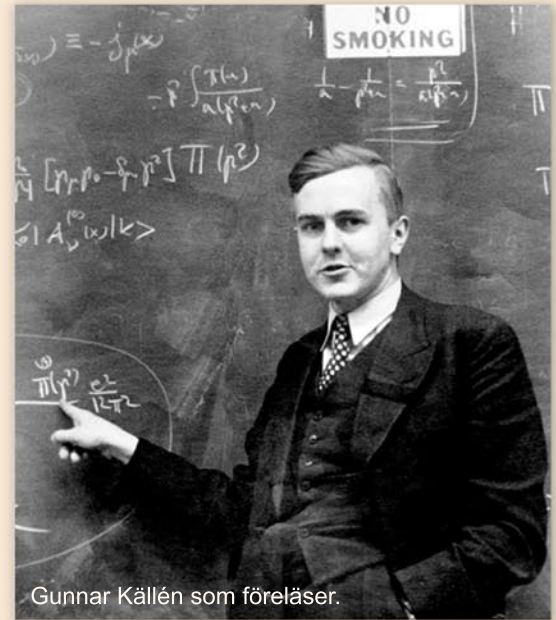




## Personlig professur

1958 tilldelades Gunnar Källén en personlig professur i teoretisk fysik.

Som föreläsare och handledare var Källén mycket uppskattad av sina doktorander.



Gunnar Källén som föreläser.



## Ett allt för tidigt slut

Gunnar Källén var intresserad av flygning alltsedan barndomen. 1964 började han ta flygktioner i Malmö. Den 13 oktober 1968 lyfte Gunnar Källén från Bulltofta i Malmö för att flyga till ett möte vid CERN. Med i planet fanns hans fru Gunnel och hennes väninna, Matilda von Dardel. En mellanlandning var planerad i Hannover, men 10 km från flygplatsen uppstod motorstörningar. Vid försök till nödlandning träffade planet ett träd och störtade. Gunnar Källén avled efter några timmar. Passagerarna klarade sig med lättare skador.



January 5, 2012 16:42 World Scientific Review Volume - 10.25in x 7.5in 15

Nr. 6

Fig. 1. The curve (31) for the case  $y_1 > 0$ ;  $y_2 > 0$ ;  $x_1 y_1 + x_2 y_2 > 0$ .

Fig. 2. The curve (31) for the case  $y_1 > 0$ ;  $y_2 > 0$ ;  $x_1 y_1 + x_2 y_2 < 0$ .

$$r = \frac{(x_1 + q^2) y_2 + (x_2 + q^2) y_1}{y_2 - y_1 - y_2} > 0, \quad (32a)$$

$$x_2 - x_1 + x_2 - 2qq' + \frac{(x_1 + q^2) y_2 + (x_2 + q^2) y_1}{y_2 - y_1 - y_2} + \frac{(x_1 + q^2) (x_2 + q^2) - y_1 y_2}{x_1 y_2 + x_2 y_1 + q^2 y_2 + q^2 y_1} (y_2 - y_1 - y_2). \quad (32b)$$

If we call  $x_2^{(0)}$  the value of  $x_2$  which we get from (32b), by putting  $q^2 - q'^2 = qq' = 0$ , the difference between  $x_2$  and  $x_2^{(0)}$  can be written in the following way

To prove the gauge invariance (supposing the integrals in (61) to converge) we need an identity of the same type as equation (27). We have

$$\begin{aligned} \bar{P}_{p_{r_1}, \dots, p_{r_n}}^{(n)} (p p' \dots p^n) (p_{r_1} - p_{r_2}) &= (p'^2 - p^2) \times \\ &\times [\pi_{1,1}^{(n)} - \sum \delta_{v_1, v_{i-1}} (p'^{i-1} + m^2) \pi_{1,1, i-1}^{(n)} + \dots] - (p^2 + m^2) \times \\ &\times (p'_2 - p_2) [\pi_{1,2}^{(n)} - \sum \delta_{v_1, v_{i-1}} (p'^{i-1} + m^2) \pi_{1,2, i-1}^{(n)} + \dots] - \\ &- (p^2 + m^2) (p'_2 - p_2) [\pi_{1,2}^{(n)} - \sum \delta_{v_1, v_{i-1}} (p'^{i-1} + m^2) \times \\ &\times \pi_{1,2, i, i-1}^{(n)} + \dots] = (p'^2 + m^2) \bar{P}_{p_{r_1}, \dots, p_{r_n}}^{(n-1)} (p p' \dots p^n) - \\ &- (p^2 + m^2) \bar{P}_{p_{r_1}, \dots, p_{r_n}}^{(n-1)} (p' p' \dots p^n). \end{aligned} \quad (64)$$

We can now repeat the calculation from equation (29) to equation (35) but start from (61) instead of (25) and use (64) instead of (27). The result is obviously that, from this formal point of view, (61) is gauge invariant.

För att hedra minnet av Gunnar Källén hålls i Lund, alltsedan 1972 regelbundna Gunnar Källén-föreläsningar eller symposium. Bland de ca 60 föredrags-hållarna hittar man bland andra nobelpristagaren Steven Weinberg som talade under rubriken *Living with Infinities*. Weinberg gav vid tillfället en varm tribut till Gunnar Källén och sade att han betraktar sig som en av Källéns lärjungar.