



Nobelpriset i fysik 2024 registrerat av Kungl. Vetenskapsakademien

# Fysikens verktyg hittar mönster i information

Årets pristagare har använt sig av fysikens verktyg för att konstruera metoder som ligger till grund för dagens kraftfulla maskininläring. John Hopfield skapade en struktur som kan lagra och återskapa information. Geoffrey Hinton uppfann en metod som självständigt kan hitta egenskaper i data och som blivit viktig för de stora artificiella neuronät som används i dag.

Utvecklingen av maskininläring har exploderat de senaste femton till tjugo åren, och utnyttjar en typ av struktur som kallas artificiella neuronät. När vi i dag pratar om artificiell intelligens – eller AI – är det ofta just den här typen av teknik vi syftar på.

Numera har många sett hur datorer kan översätta mellan språk, tolka bilder och rentav föra en rimlig konversation. Det som kanske inte är lika känt är att samma typ av teknik länge har varit viktig inom forskningen, bland annat för att sortera och analysera stora datamängder.

I ett artificiellt neuronät behandlas informationen av strukturen i nätverket som

helhet. Tekniken inspirerades från början av hjärnan. Artificiella neuronät efterliknar hjärnans neuroner med noder som får anta olika värden, och synapserna motsvaras av kopplingar mellan noderna som kan göras starkare eller svagare. Det finns stora skillnader mellan hjärnans nätverk och de artificiella neuronäten, men det går att efterlikna vissa funktioner – som minne och inläring.

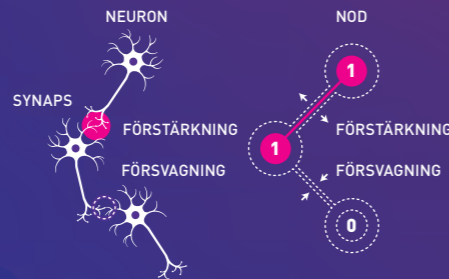
Med sina arbeten från 1980-talet och framåt har John Hopfield och Geoffrey Hinton bidragit till grunden för den revolution inom maskininläring som vi ser i dag. De använde sig av tekniker från fysiken, och skapade med dem verktyg som fysiken har stor nytta av.

## John J. Hopfield

Född 1933 i Chicago, USA. Professor vid Princeton University, USA.

## Geoffrey Hinton

Född 1947 i London, Storbritannien. Professor vid University of Toronto, Kanada.



## Neuronät

Artificiella neuronät efterliknar på ett förenklat sätt hur hjärnans nätverk av neuroner fungerar. Vid inläring stärks kopplingarna mellan vissa neuroner medan andra försvagas. Det artificiella nätverket har regler för att förstärka eller försvaga kopplingarna mellan noderna beroende på deras värden.

## Hopfieldnätverket

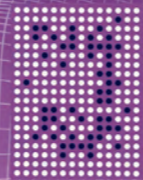
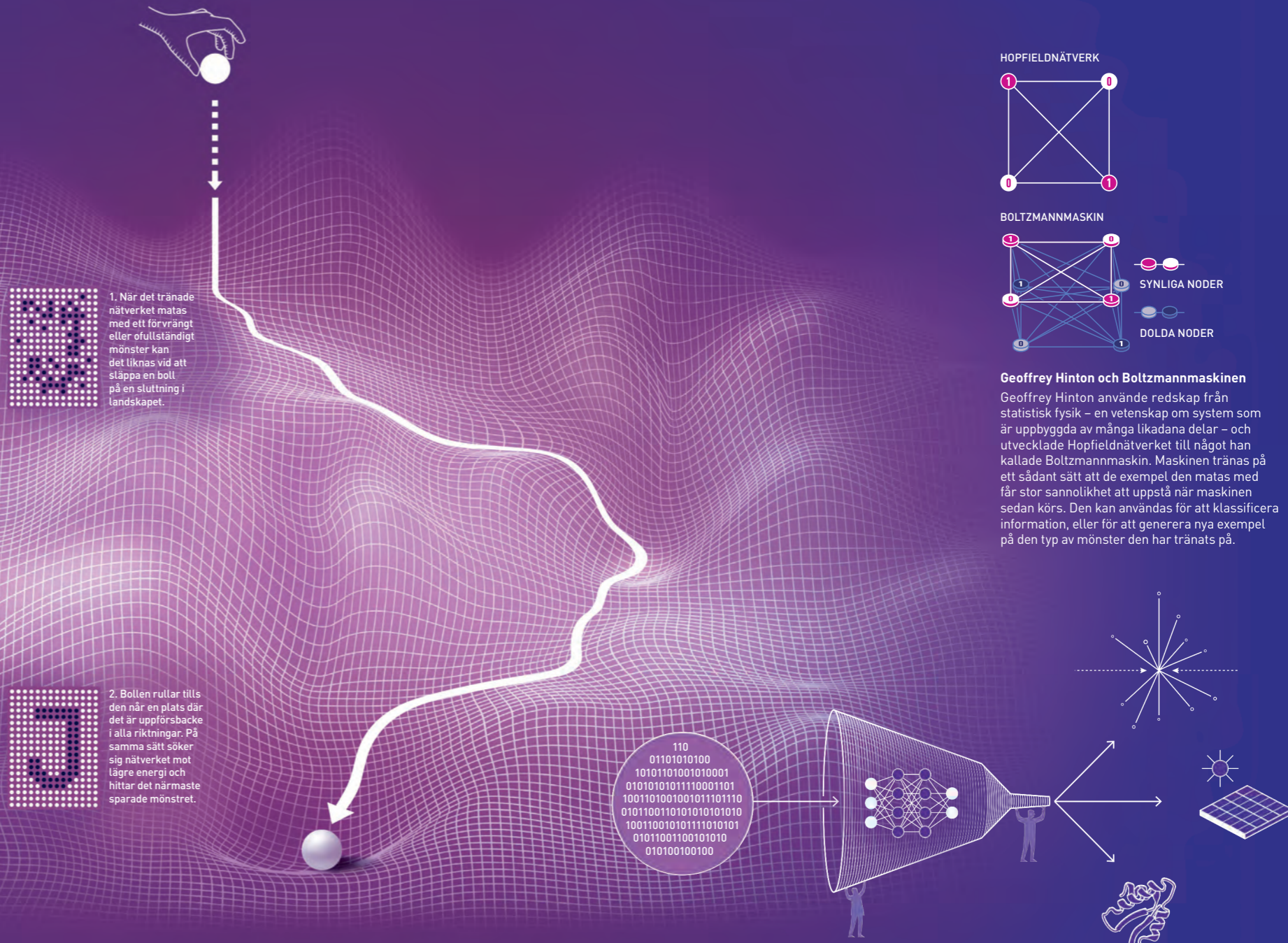
John Hopfield började sin forskarbana inom fasta tillståndets fysik. Han använde sedan tekniker och infallsvinklar från fysiken för att tackla problem inom biologin. Ett forskarmöte om neurovetenskap väckte hans intresse för dynamiken i nätverk av neuroner. Han kom på att han kunde använda fysiken som beskriver magnetiska material för att göra en modell av ett nätverk med noder och deras kopplingar.

## Minnen lagras i ett landskap

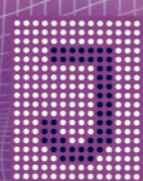
John Hopfields associativa minne från 1982 bygger på att nätverket lagrar information på ett sätt som kan jämföras med att forma ett landskap. Nodernas värden fungerar som bildpunkter i en bild. När nätverket tränas bildar det en dal i ett tänkt energilandskap för varje sparad mönster.

## Tillämpningar

Fysiken har stor nytta av artificiella neuronät. Bland annat användes maskininläring för att sälla igenom och behandla stora datamängder i sökandet efter Higgspartikeln. En annan tillämpning går ut på att reducera bruset i mätningar av gravitationsvågor från kolliderande svarta hål. Tekniken används också i sökandet efter nya solcellsmaterial, med mycket mera. Många andra vetenskapsfält har nytta av artificiella neuronät, till exempel för att beräkna strukturen av komplicerade proteinmolekyler.

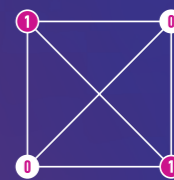


1. När det tränade nätverket matas med ett förvrängt eller ofullständigt mönster kan det liknas vid att släppa en boll på en sluttning i landskapet.

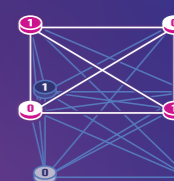


2. Bollen rullar tills den når en plats där det är uppförsbacke i alla riktningar. På samma sätt söker sig nätverket mot lägre energi och hittar det närmaste sparade mönstret.

## HOPFIELDNÄTVERK



## BOLTZMANNMASKIN



SYNLIGA NODER  
DOLDA NODER

## Geoffrey Hinton och Boltzmannmaskinen

Geoffrey Hinton använde redskap från statistisk fysik – en vetenskap om system som är uppbyggda av många likadana delar – och utvecklade Hopfieldnätverket till något han kallade Boltzmannmaskin. Maskinen tränas på ett sådant sätt att de exempel den matas med får stor sannolikhet att uppstå när maskinen sedan körs. Den kan användas för att klassificera information, eller för att generera nya exempel på den typ av mönster den har tränats på.



Foto: Porträtt av John J. Hopfield: Matthew Bagutti, Princeton University; porträtt av Geoffrey Hinton: Johnny Quatro