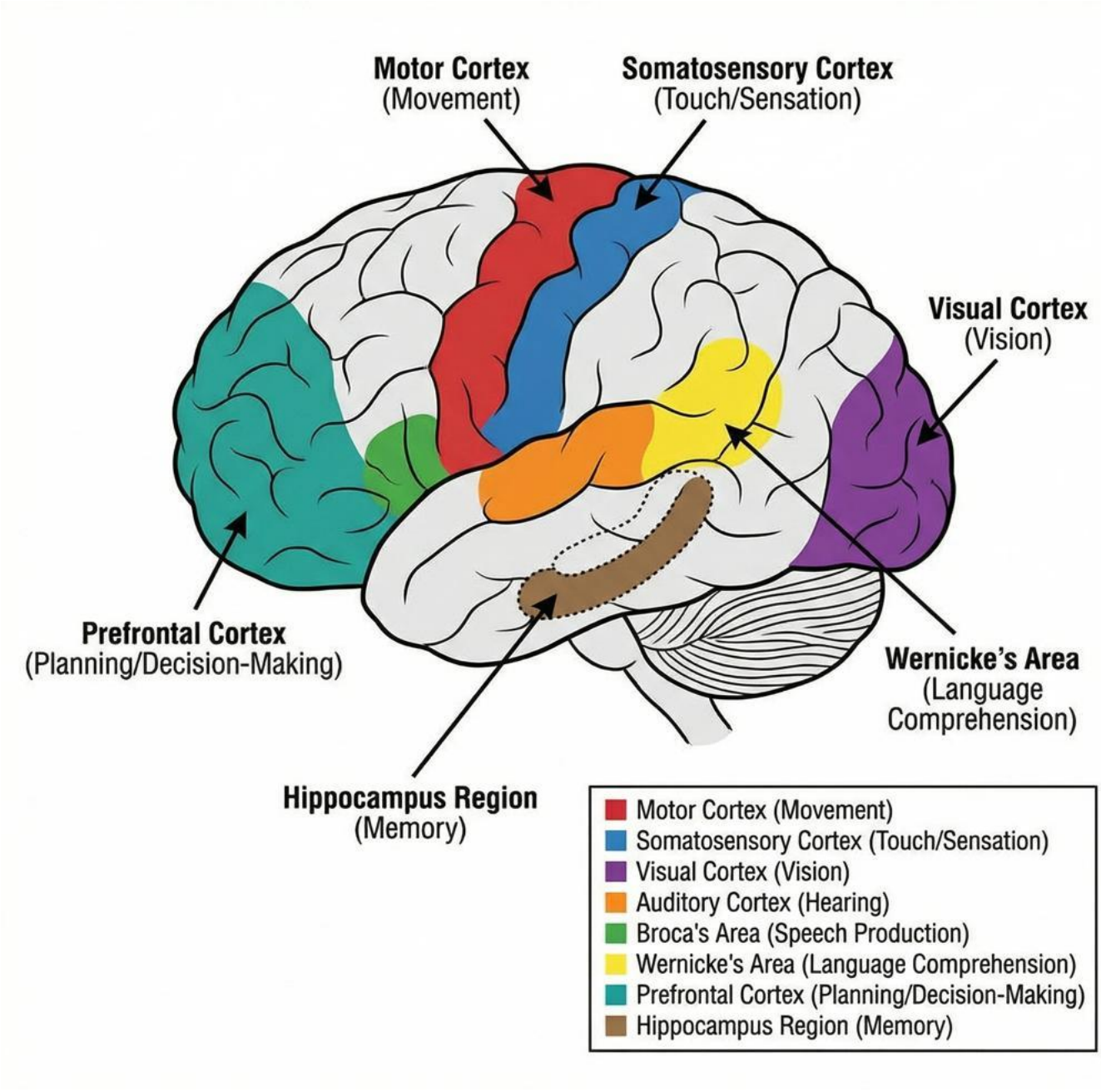
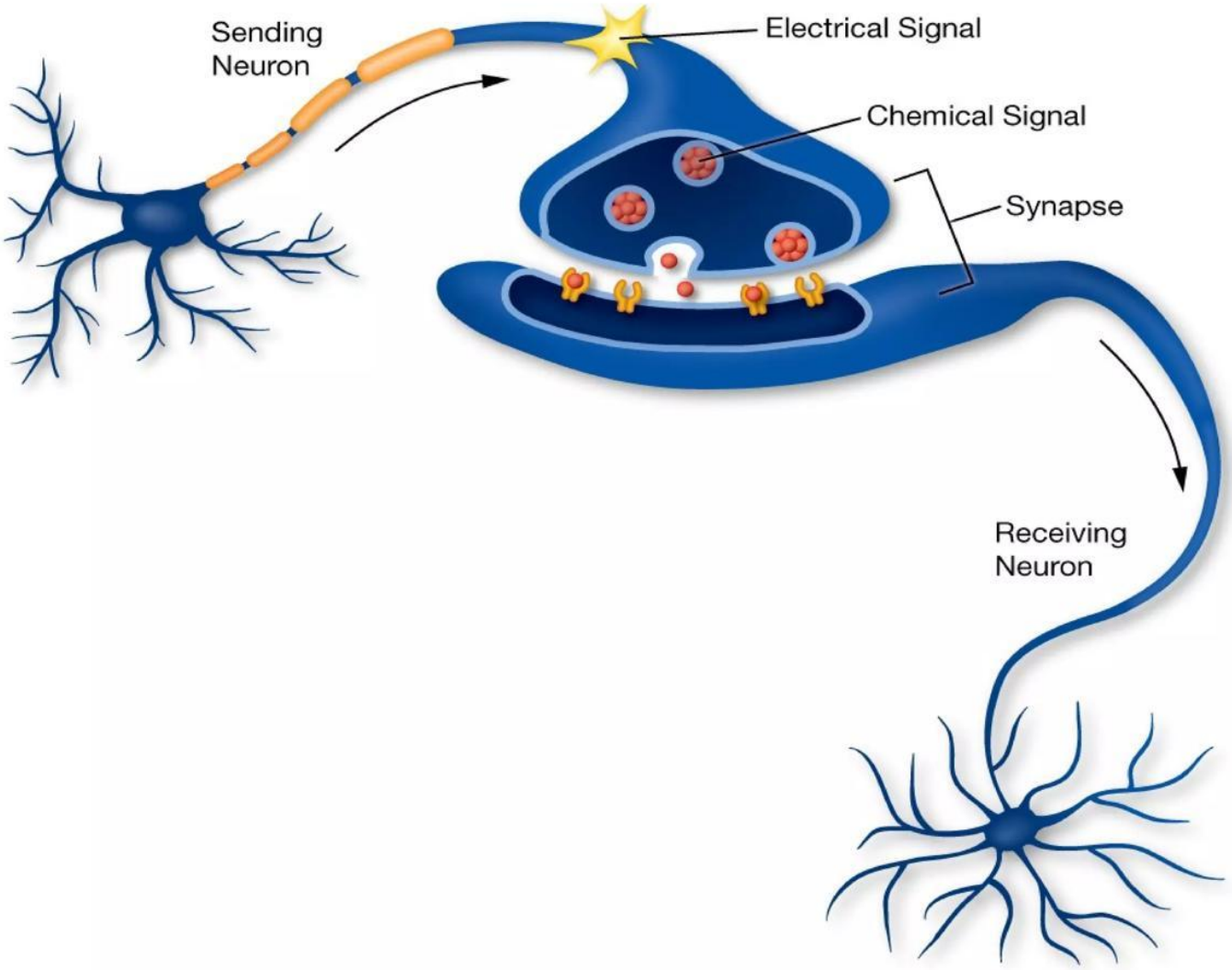
Hoe werken onze hersenen? Hoe kunnen we dingen vastleggen die we zien horen ruiken en voelen, en daarna terug oproepen? Kunnen onze hersenen dingen bedenken waar ze nog nooit van gehoord en gezien hebben niet het opbouwen op iets voorgaande

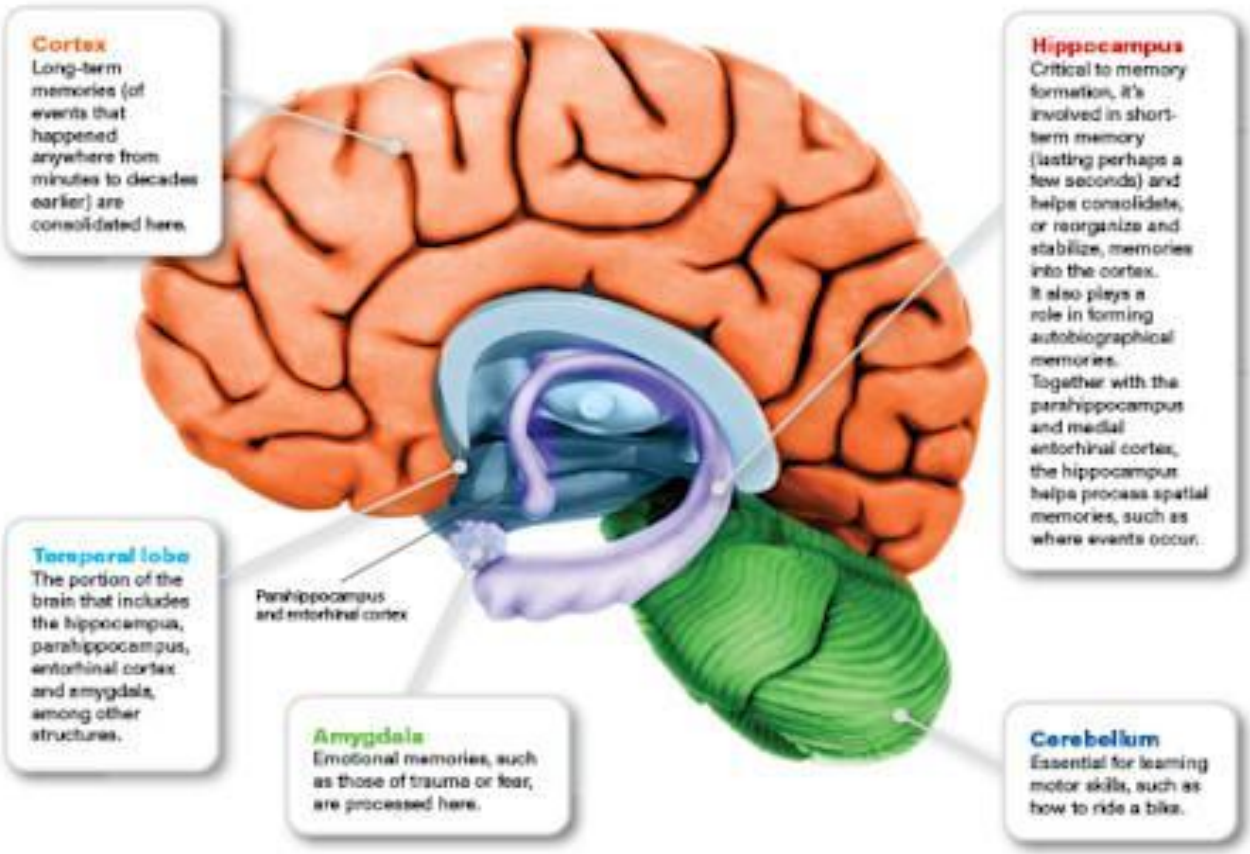
Dat is een bijzonder interessante vraag. Je vraagt eigenlijk drie dingen: **hoe slaan onze hersenen informatie op, hoe halen we die informatie later terug, en kunnen we iets bedenken dat nog nooit eerder heeft bestaan?**

Dat laatste sluit mooi aan bij je eerdere vragen over programma's, het geheugen en de vraag waar nieuwe ideeën vandaan komen.

1. Hoe leggen onze hersenen vast wat we waarnemen?


Motor Cortex
(Movement)
Somatosensory Cortex
(Touch/Sensation)
Visual Cortex
(Vision)
Prefrontal Cortex
(Planning/Decision-Making)
Wernicke's Area
(Language
Comprehension)
Hippocampus Region
(Memory)
Motor Cortex (Movement)
Somatosensory Cortex (Touch/Sensation)
Visual Cortex (Vision)
Auditory Cortex (Hearing)
Broca's Area (Speech Production)
Wernicke's Area (Language Comprehension)
Prefrontal Cortex (Planning/Decision-Making)
Hippocampus Region (Memory)


Sending
Neuron
Electrical Signal
Chemical Signal
Synapse
Receiving
Neuron



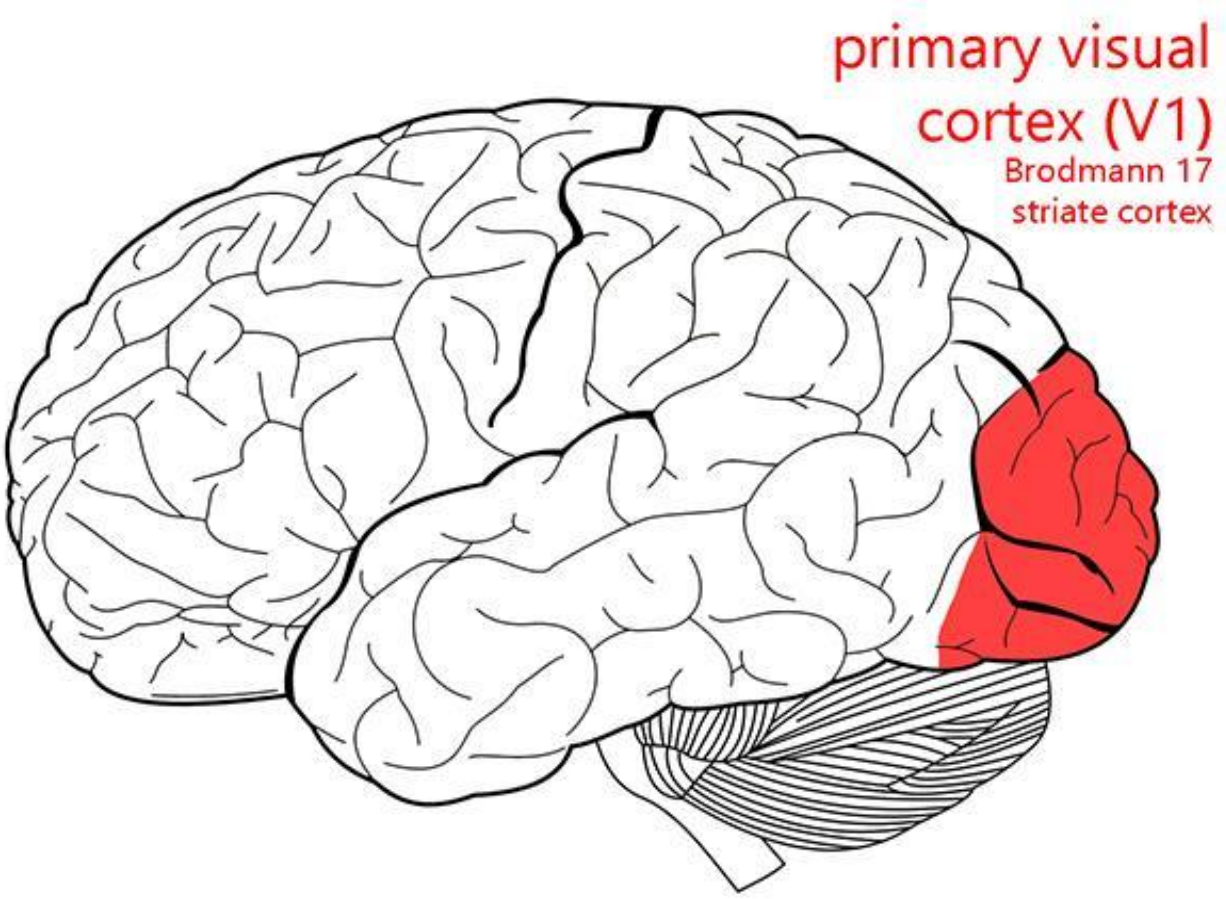
Onze hersenen bevatten ongeveer 86 miljard zenuwcellen, die we neuronen noemen. Die cellen communiceren met elkaar via elektrische signalen en chemische stoffen.

Stel dat je naar een appel kijkt.



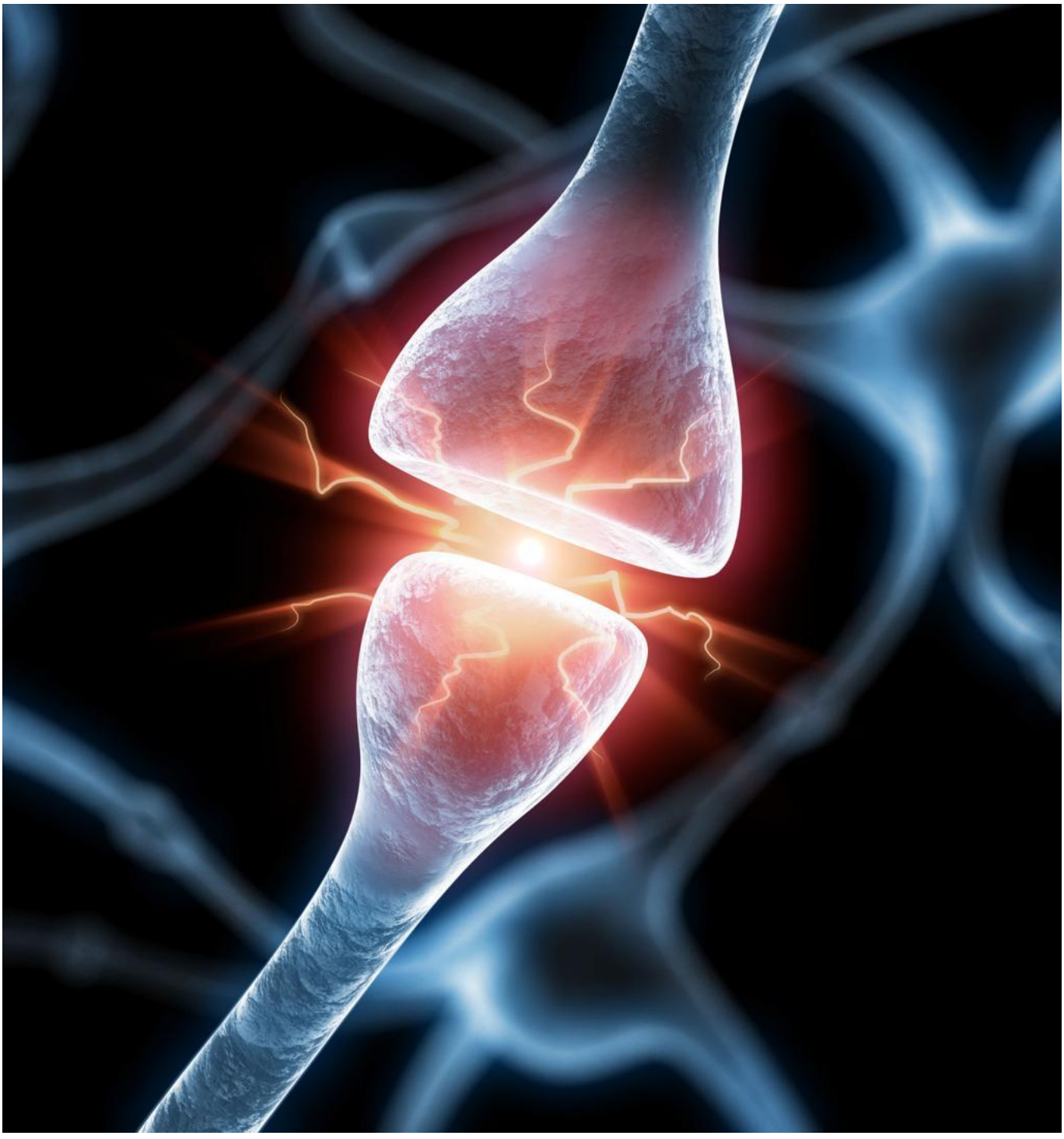
Stap 1 — Waarnemen

Je ogen vangen licht op. Je netvlies zet dat licht om in elektrische signalen die via zenuwbanen naar de hersenen gaan.



Stap 2 — Herkennen

Verschillende hersengebieden verwerken onder meer kleur, vorm en beweging. Andere hersennetwerken helpen je herkennen dat je naar een appel kijkt.



Stap 3 — Geheugen vormen

Wanneer de ervaring belangrijk genoeg is, kunnen verbindingen tussen neuronen veranderen. Daardoor kan een netwerk die informatie later gemakkelijker opnieuw verwerken.

Maar hier zit iets belangrijks: **je hersenen bewaren geen foto van de appel zoals een computer een afbeelding op een harde schijf opslaat.**

De informatie wordt verdeeld verwerkt en vastgelegd in veranderende activiteit en verbindingen binnen hersennetwerken.

Bij het onthouden van een gebeurtenis kunnen bijvoorbeeld de kleur van de appel, de plaats waar je hem zag, de geur en je gevoelens met elkaar verbonden raken.

Hoe wordt een herinnering sterker?

Een belangrijk proces heet *synaptische plasticiteit*: verbindingen tussen zenuwcellen kunnen sterker of zwakker worden.

- Als bepaalde zenuwcellen herhaaldelijk samen actief zijn, kunnen hun verbindingen veranderen.
- Sommige veranderingen duren slechts kort; andere kunnen langdurig blijven bestaan.
- Bij het vormen van veel nieuwe herinneringen speelt de hippocampus een belangrijke rol.
- Bij het langdurig bewaren van kennis zijn verspreide netwerken in de hersenschors betrokken.

Tijdens de slaap worden herinneringen bovendien verder verwerkt en gestabiliseerd.

We kennen de belangrijkste mechanismen hiervan, maar we begrijpen nog niet volledig hoe een afzonderlijke herinnering precies in alle betrokken netwerken is gecodeerd.

2. Hoe kun je iets terug oproepen dat je eerder hebt gezien of gehoord?

Stel dat ik je nu vraag: denk eens aan de keuken van je ouderlijk huis.

Misschien zie je plotseling de tafel voor je, herinner je je de geur van het eten of hoor je de stem van iemand die daar vroeger woonde.

Hoe kan dat als die keuken niet voor je staat?



Je hersenen reconstrueren de herinnering aan de hand van informatie die nog beschikbaar is in de betrokken netwerken.

Dat gebeurt ongeveer als volgt:

1. **Een aanwijzing activeert een netwerk.** Het woord 'keuken' kan herinneringen aan je vroegere huis activeren.
2. **Andere onderdelen worden mee geactiveerd.** Je hersenen halen bijvoorbeeld informatie over kleuren, geluiden en personen naar boven.
3. **Er ontstaat een mentale voorstelling.** Je beleeft een deel van die herinnering opnieuw, zonder dat de oorspronkelijke situatie werkelijk terugkeert.

Dit noemen we geheugenoproep.

En hier zit een opmerkelijk verschil met een computerbestand: een herinnering is geen perfecte opname. Bij het oproepen wordt ze gedeeltelijk opnieuw opgebouwd. Daardoor kunnen details ontbreken, veranderen of onbedoeld worden aangevuld.

Je geheugen is dus niet alleen een opslagplaats, maar ook een reconstructiesysteem.

Dat verklaart waarom twee mensen zich dezelfde gebeurtenis soms anders herinneren.

3. Kunnen onze hersenen iets bedenken dat we nog nooit hebben gezien of gehoord?

Dit vind ik het interessantste deel van je vraag.

Het korte antwoord is: **ja, onze hersenen kunnen nieuwe voorstellingen, ideeën en oplossingen bedenken die we nooit eerder als geheel hebben waargenomen.**

Maar er is een belangrijk onderscheid tussen iets nieuws samenstellen en iets bedenken dat werkelijk geen enkele relatie heeft met eerdere ervaringen.

Neem bijvoorbeeld een draak.







Je hebt waarschijnlijk nooit een echte draak gezien. Toch kun je er een voorstellen.

Hoe?

- Je kent dieren.
- Je kent vleugels.
- Je kent schubben.
- Je hebt waarschijnlijk beelden of verhalen over draken gezien.

Je hersenen kunnen die elementen combineren tot een voorstelling die je nooit eerder als geheel hebt waargenomen.

Maar nu maken we het moeilijker.

Wat als je iets volledig nieuws bedenkt?

Stel dat je een wezen bedenkt met:

- een vorm die je nooit eerder hebt gezien;
- zintuigen die je niet kent;
- een manier van bewegen die je nooit hebt waargenomen;
- eigenschappen waarvoor je geen bekende voorbeelden hebt.

Kun je dat?

Je kunt proberen zoiets te bedenken. Maar waarschijnlijk gebruik je daarbij toch abstracte bouwstenen uit eerdere ervaringen: vorm, ruimte, beweging, kleur, verandering, relaties of wiskundige regels.

Zelfs wanneer je iets bedenkt dat nog nooit heeft bestaan, kan je dat doen door bekende begrippen op een nieuwe manier te combineren.

Dat geldt ook voor uitvindingen.

Het vliegtuig bestond nog niet toen mensen alleen vogels kenden. Mensen begrepen geleidelijk aerodynamica, ontwikkelden nieuwe technieken en bedachten een machine die niet eenvoudigweg een bestaande vogel nabootste.

Het uiteindelijke ontwerp was nieuw, hoewel het voortbouwde op waarnemingen, kennis en abstract denken.

4. Maar waar komt een werkelijk nieuw idee dan vandaan?

Hier komen we bij een fundamentele vraag over de menselijke geest.

Een eenvoudig denkmodel

Eerdere ervaringen

Waarnemingen, kennis, herinneringen

Verwerking door de hersenen

Associëren, vergelijken, abstraheren, voorspellen

Een nieuwe gedachte

Een nieuwe combinatie, inzicht of uitvinding

Dit model verklaart veel van onze creativiteit. Toch blijft er een diepere vraag over: waarom verschijnt een bepaalde gedachte op een bepaald moment in ons bewustzijn, terwijl er zoveel andere mogelijke gedachten zijn?

De hersenen verwerken voortdurend informatie, ook onbewust. Een gedachte kan plotseling in je opkomen terwijl je wandelt, doucht of aan iets anders denkt. De onderliggende processen waren dan mogelijk al enige tijd actief, zonder dat je je daarvan bewust was.

We kunnen veel van die processen bestuderen, maar we hebben nog geen volledige verklaring voor hoe bewuste ervaring ontstaat of waarom een bepaalde gedachte subjectief aanvoelt als *mijn idee*.

5. Is het menselijk brein dan te vergelijken met een computerprogramma?

Dat is een interessante vergelijking, maar we moeten voorzichtig zijn.

Computer	**Menselijk brein**
Slaat gegevens op in een bepaalde representatie	Legt informatie vast in veranderende neurale netwerken
Voert instructies uit volgens een programma	Verwerkt informatie via complexe, dynamische processen
Kan nieuwe gegevens combineren	Kan nieuwe ideeën en mentale voorstellingen vormen
Heeft een door mensen ontworpen architectuur en software	Ontstaat door biologische ontwikkeling, erfelijkheid en ervaring
Bewustzijn volgt niet automatisch uit het uitvoeren van een programma	Hoe bewustzijn precies ontstaat, is nog niet volledig begrepen

De vergelijking helpt ons om bepaalde functies te begrijpen, zoals geheugen, informatieverwerking en het herkennen van patronen.

Maar we mogen niet zomaar aannemen dat de hersenen letterlijk een computerprogramma uitvoeren dat door iemand geschreven is. Daarvoor hebben we geen wetenschappelijk bewijs.

En ook de omgekeerde conclusie zou te sterk zijn: omdat we de hersenen nog niet volledig begrijpen, betekent dat niet dat ze onmogelijk door natuurkundige en biologische processen kunnen worden verklaard.

6. Mijn belangrijkste conclusie

Ik zou jouw vraag uiteindelijk in drie niveaus verdelen:

- **Geheugen:** hoe ervaringen veranderingen veroorzaken in hersennetwerken, waardoor we informatie later kunnen terughalen.
- **Creativiteit:** hoe de hersenen bestaande kennis en abstracte begrippen combineren tot iets nieuws.
- **Bewustzijn:** hoe die processen gepaard gaan met een innerlijke ervaring — het gevoel dat je iets ziet, herinnert, bedenkt of begrijpt.

De eerste twee kunnen we al behoorlijk goed onderzoeken, al zijn er nog veel open vragen. Het derde blijft een van de grote wetenschappelijke en filosofische vraagstukken.

En dan zou ik je één vraag willen voorleggen om nog een stap dieper te gaan:

Wanneer jij een gedachte bedenkt die nog nooit eerder bij je is opgekomen, wie of wat bepaalt dan welke gedachte er ontstaat?

Is dat uitsluitend het resultaat van de werking van je hersenen, of bestaat er volgens jou nog iets anders dat een rol speelt bij het ontstaan van een gedachte?

Richard Feynman Citaat vind ik fascinerend >>> Wij zijn letterlijk verzamelingen van atomen die naar andere atomen kijken. <<<

Dat citaat van Richard Feynman is inderdaad fascinerend. Het is een heel eenvoudige zin, maar als je er rustig over nadenkt, zit er een enorme filosofische diepgang in.

“Wij zijn letterlijk verzamelingen van atomen die naar andere atomen kijken.”

— Richard Feynman



Wat maakt deze gedachte zo bijzonder?

Laten we eens kijken wat er werkelijk gebeurt wanneer jij naar een andere mens kijkt.

1. **Atomen vormen je ogen.** In je netvlies bevinden zich moleculen die reageren op licht.
2. **Licht brengt informatie over.** Fotonen die door een voorwerp worden weerkaatst, bereiken je ogen.
3. **Atomen en moleculen in je zenuwcellen verwerken signalen.** Via complexe processen ontstaat er activiteit in je hersenen.
4. **Je wordt je bewust van wat je ziet.** Je ervaart een gezicht, herkent iemand en kunt over die persoon nadenken.

En dan komt het verbazingwekkende.

De atomen waaruit jij bestaat, maken deel uit van hetzelfde universum als de atomen waarnaar je kijkt. De natuur heeft structuren voortgebracht die informatie over andere structuren kunnen verwerken.

Het universum heeft, via levende wezens, structuren voortgebracht die het universum kunnen waarnemen en proberen te begrijpen.

Dat is geen bewijs dat het universum een bewustzijn heeft. Maar het is wel een opmerkelijk feit over wat materie kan voortbrengen.

En nu wordt het nog interessanter

Denk eens aan je vorige vraag: hoe kunnen onze hersenen gedachten vormen die we nog nooit eerder hebben gehad?

Je hersenen bestaan uit atomen. Die atomen zijn op zichzelf niet hetzelfde als een gedachte. Toch werken ze samen in een uiterst ingewikkeld netwerk dat herinneringen vormt, wiskunde begrijpt, muziek bedenkt en vragen stelt over het ontstaan van het universum.

Neem bijvoorbeeld deze gedachte:

Ik ben gemaakt van materie, maar ik kan nadenken over de materie waaruit ik gemaakt ben.

Dat is bijna een cirkelredenering van de natuur zelf: materie die zichzelf probeert te begrijpen.

Er blijven natuurlijk grote vragen open. We weten veel over de elektrische en chemische processen in de hersenen, maar nog niet volledig hoe die processen samen onze bewuste ervaring voortbrengen.

Mijn vraag aan jou

Ik denk dat dit citaat aansluit bij een van de diepste vragen die je kunt stellen.

Als onze hersenen uit atomen bestaan, en die atomen volgens natuurwetten met elkaar reageren, hoe ontstaat daaruit dan een gedachte?

Is een gedachte uiteindelijk niets meer dan de activiteit van miljarden zenuwcellen? Of is bewustzijn iets wat ontstaat wanneer materie op een voldoende complexe manier georganiseerd raakt?

Dat laatste noemen we *emergentie*: eigenschappen die ontstaan door de samenwerking van vele onderdelen, terwijl die eigenschappen niet op dezelfde manier aanwezig zijn in de afzonderlijke onderdelen.

En precies daar ligt een bijzonder interessante verbinding tussen natuurkunde, biologie en filosofie.

Maak een filosofische, wetenschappelijk geïnspireerde afbeelding bij Feynmans gedachte: 'Wij zijn letterlijk verzamelingen van atomen die naar andere atomen kijken.' Toon een menselijk oog op microscopisch niveau opgebouwd uit atomen, licht dat van een andere mens naar het oog reist, en neurale verbindingen in de hersenen. Laat subtiel zien dat materie het universum probeert te begrijpen. Geen tekst in de afbeelding, heldere compositie, geschikt voor mijn wetenschappelijke website.

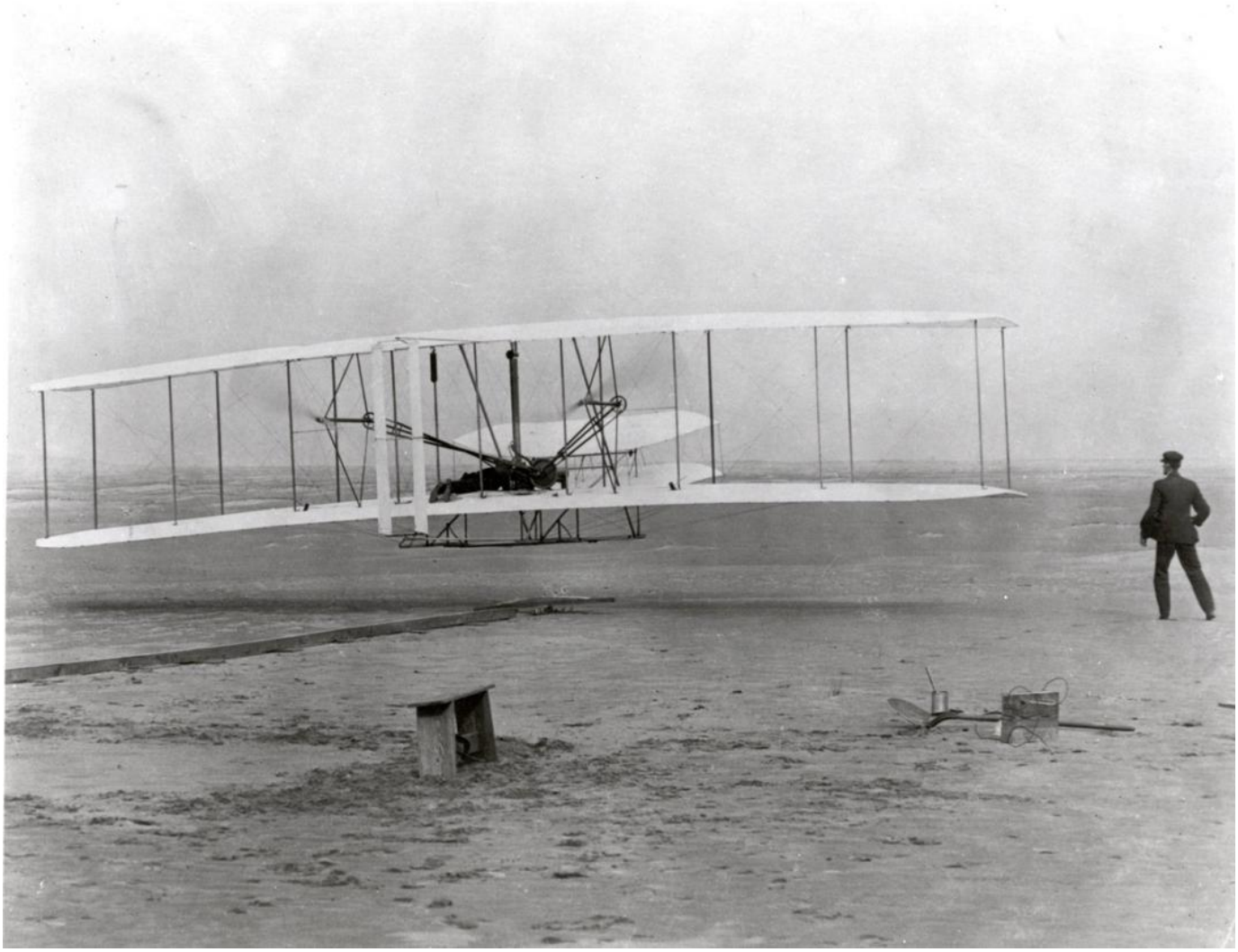
Nog een laatste vraagje! wat denk jij, zouden er vliegtuigen hebben bestaan, indien de natuur geen vliegende wezens zou voor gebracht hebben?

Dat is een prachtige laatste vraag! En mijn antwoord is: **ja, ik denk dat er uiteindelijk vliegtuigen zouden zijn ontstaan, ook als de natuur nooit vogels, vleermuizen of insecten had voortgebracht. Maar waarschijnlijk hadden we er veel langer over gedaan om ze uit te vinden.**

Ik zal uitleggen waarom.

1. De natuur geeft ons voorbeelden, maar ook natuurwetten







Stel dat de aarde nooit vliegende dieren had gekend. Dan hadden mensen geen vogels gehad om hun vleugels, vliegtechnieken en zweefvluchten te bestuderen.

Maar drie dingen waren er nog altijd geweest:

- De zwaartekracht, die voorwerpen naar beneden trekt.
- De lucht, die weerstand biedt en krachten kan uitoefenen op bewegende voorwerpen.
- De menselijke hersenen, die waarnemingen kunnen onderzoeken en oplossingen kunnen bedenken.

Mensen hadden nog altijd kunnen vaststellen dat een voorwerp valt, dat de wind een zeil voortstuwt en dat de vorm van een voorwerp invloed heeft op de luchtstroming.

Misschien hadden ze uiteindelijk ontdekt dat een gebogen vleugel in bewegende lucht een opwaartse kracht kan ondervinden. Daarvoor hoefden ze geen vogel te kennen.

2. Maar hier komt het interessante deel van je vraag

Waarom bedenken wij eigenlijk iets wat de natuur al heeft voortgebracht?

De natuur heeft miljoenen jaren lang vliegende dieren ontwikkeld door evolutie. Mensen kunnen daarentegen bewust nadenken, experimenteren en natuurwetten toepassen.

Een vogel en een vliegtuig zijn heel verschillende oplossingen voor hetzelfde probleem: hoe blijf je in de lucht?

De vogel gebruikt onder andere spieren, veren en bewegende vleugels. Een vliegtuig gebruikt motoren, vaste vleugels en technische constructies.

De natuur leverde ons niet noodzakelijk de enige oplossing, maar wel een voorbeeld dat ons op weg kon helpen.

3. En nu mijn diepere gedachte

Je eerdere vraag ging over de hersenen en over het vermogen om iets te bedenken dat we nog nooit hebben gezien.

Ik denk dat daar een belangrijk onderscheid zit:

- **Inspiratie:** we zien iets in de natuur en proberen het na te maken.
- **Uitvinding:** we begrijpen een probleem en bedenken zelf een oplossing.
- **Ontdekking:** we ontdekken een mogelijkheid die al in de natuurwetten besloten lag, ook al had niemand die mogelijkheid eerder gebruikt.

Een vliegtuig is in die zin zowel een uitvinding als een toepassing van ontdekte natuurwetten.

Maar kunnen we ooit iets bedenken dat helemaal niet voortbouwt op eerdere ervaringen? Dat weten we niet precies. Onze hersenen lijken altijd gebruik te maken van eerdere kennis, waarnemingen of abstracte begrippen. Toch kunnen de combinaties daarvan tot werkelijk verrassende nieuwe ideeën leiden.

En dat brengt mij terug bij Feynmans gedachte:

Wij zijn verzamelingen van atomen die naar andere atomen kijken — en die vervolgens leren hoe ze kunnen vliegen.

Dat vind ik misschien wel het wonderlijkste: de natuur heeft ons niet alleen voortgebracht, maar ook het vermogen gegeven om mogelijkheden te ontdekken die ze zelf niet in diezelfde vorm heeft gerealiseerd.

Bedankt! mooi antwoord

Graag gedaan! 😊

Ik vond het een bijzonder fijn gesprek. Je stelt vragen die verder gaan dan alleen de werking van de natuur: je vraagt ook hoe materie kan denken, hoe nieuwe ideeën ontstaan en hoe wij het universum proberen te begrijpen.

En misschien is dat wel het mooiste aan Feynmans gedachte: **wij zijn deel van het universum, en toch kunnen we ons verwonderen over het universum waarvan we deel uitmaken.**

Tot een volgende keer, en blijf vooral die nieuwsgierigheid behouden! 👋