The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Orðið „merking“ er notað mjög varlega hér

Science-rannsókn prófaði hvort zebrafinkur heyri aðeins mismunandi köll eða flokki eigin raddboð eftir hegðunarlegri merkingu. Fuglar lærðu 11 kallagerðir, yfirfærðu flokkana á nýja söngvara og rugluðu kerfisbundið saman köllum með svipað hlutverk oftar en hljóðlíkindin ein spáðu. Þetta styður flokkaskynjun og starfræna merkingu, en ekki mannlegt tungumál, setningafræði eða opið orðaforðakerfi.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Categorical and semantic perception of the meaning of call-types in zebra finches*, Julie E. Elie, Aude de Witasse-Thézy, Logan Thomas, Ben Malit, and Frédéric E. Theunissen, Science 389, 1210-1215 (2025) · DOI: 10.1126/science.ads8482

Orðið „merking“ er notað mjög varlega hér

Sebrafinkur þurfa ekki leyfi okkar til að eiga félagslíf. Þær kalla þegar þær eru svangar, aðskildar, í tilhugalífi, hræddar, í sambandi við maka eða í átökum. Atferlisfræðingar geta flokkað þessi hljóð í **kallgerðir**: hagnýta flokka eins og viðvörunarköll, tengslaköll eða betliköll, skilgreinda bæði út frá lögun hljóðsins og því sem fuglinn er að gera þegar hann notar það. Erfiðari spurning er hvort fuglarnir sjálfir flokki köllin á sama hátt.

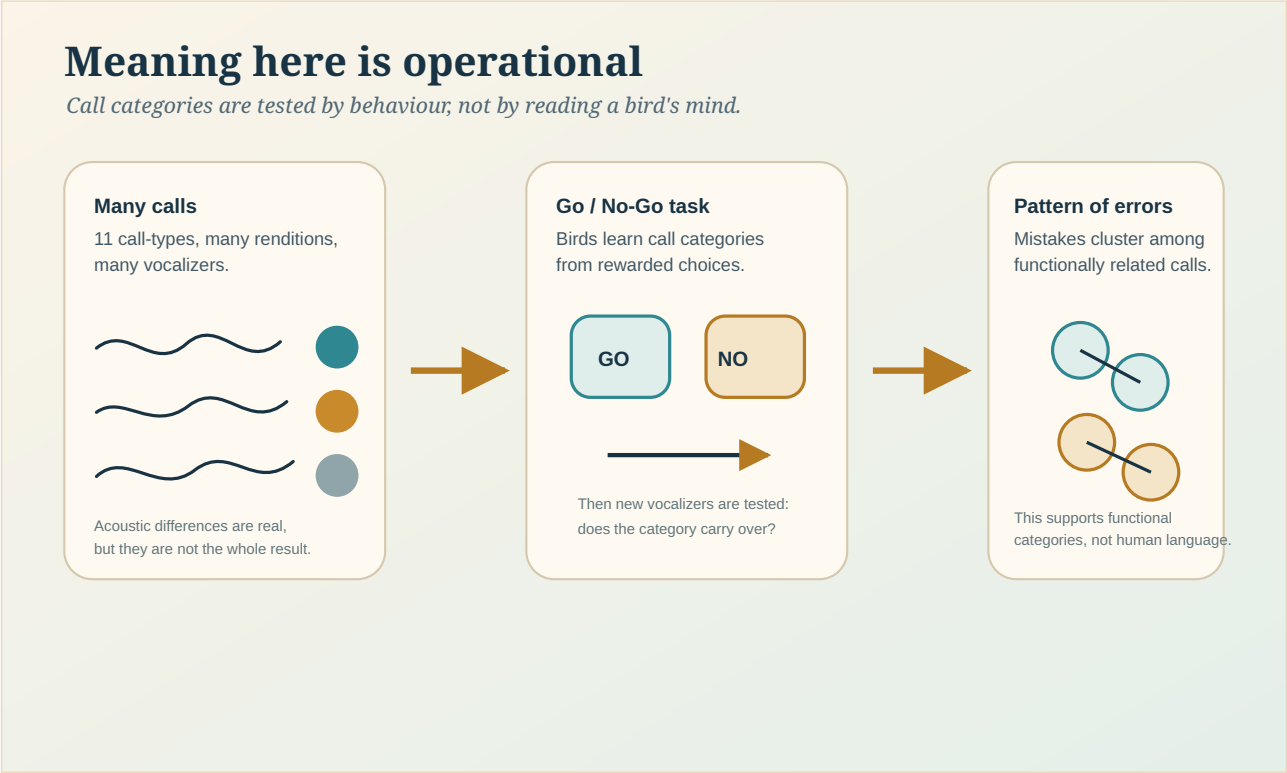
Grein í *Science* setur fram þrönga en mikilvæga niðurstöðu: fullorðnar sebrafinkur geta flokkað kallgerðirnar í eigin hljóðkerfi, og villur þeirra benda til að köll sem tengjast svipaðri hegðun séu nær hvert öðru í skynjun fuglanna en hljóðeiginleikar einir myndu spá fyrir um.

Þarna kemur orðið **merkingarlegur** (*semantic*) inn í greinina. Það þýðir ekki að fuglarnir hafi orð í mannlegum skilningi. Það þýðir ekki setningafræði, samtal eða orðabók falda í finkuheila. Hér er „merking“ aðgerðabundið hugtak: ef tvær kallgerðir eru notaðar í svipuðu félagslegu samhengi og fuglar rugla þeim oftar saman en hljóðlíkindi ein útskýra, þá virðist hegðunarflokkurinn móta skynjunina.

Hrein útgáfan er ekki „fuglar hafa tungumál“. Hún er: sebrafinkur virðast meðhöndla eigin köll sem virknihópa, og sumir þessara hópa haga sér eins og þeir beri merkingu í þröngum, prófanlegum skilningi tilraunarinnar.

Sebrafinkur (*Taeniopygia guttata*) eru mjög félagslyndir söngfuglar með fjölbreytt safn kalla, sem gerir þær að gagnlegu líkani til að rannsaka hvernig dýr flokka raddmerki.

Christoph Moning / iNaturalist CC BY 4.0



Drög að sönnunarkeðju: mörg dæmi af 11 kallgerðum fara í Go/No-Go aðgreiningarverkefni; lykilniðurstaðan er að fuglarnir yfirfæra flokkana á nýja raddara og gera villur sem hópast eftir virkni kallanna, ekki aðeins hljóðlíkindum.

The Clean Paper CC BY 4.0

Hvað prófuðu höfundarnir?

Höfundarnir byrjuðu á fyrirliggjandi atferliskorti af hljóðkerfi sebrafinku. Tegundin hefur um **11 kallgerðir skilgreindar út frá atferlisskrá**: köll tengd sambandi, paratengslum og hreiðri, viðvörun, árásargirni eða annarri ófélagslegri hegðun, betli og söng karldýra.

Flokkunin var gerð af mönnum. Hún sameinar hljóðeiginleika, samhengi framleiðslunnar og félagslegt hlutverk. En mannleg atferlisskrá er ekki sjálfkrafa hugarkort dýrsins. Rannsóknin spyr þrjár tengdar spurningar.

Í fyrsta lagi: geta sebrafinkur greint allar þessar kallgerðir að?

Í öðru lagi: yfirfæra þær kallgerðarflokk á raddara sem þær hafa ekki heyrt áður, fremur en að leggja einstök dæmi á minnið?

Í þriðja lagi: þegar þær gera mistök, fylgja mistökin aðeins hljóðlíkindum, eða einnig hegðunarlegri merkingu kallanna?

Lykilatriðið er að tilraunin biður fuglinn ekki að útskýra hvað kall „merkir“. Hún spyr hvort hegðun fuglsins í stýrðu verkefni beri tölfræðilegt fingrafar flokka og merkingar.

Hvernig virkar tilraunin?

Þrjú hugtök bera mikinn þunga.

Kallgerð er flokkur sebrafinkuhljóðs. Greinin notar kallgerðir úr **atferlisskrá**, sem þýðir að flokkunin kemur úr hegðunarlýsingu: hvernig hljóðið lítur út hljóðfræðilega, hvenær fuglar gefa það frá sér og hvaða félagslega samhengi það tilheyrir. **Raddari** er einfaldlega einstaklingurinn sem gaf frá sér upptökuna. **Hljóðlögun** er mælanlegt hljóðmynstur; **hegðunarhlutverk** er það sem kallið er venjulega notað til.

Kallgerðirnar 11 eru:

- **Tengslaköll:** distance call (DC), Tet (Te), long-tonal call (LT).
- **Paratengsl og hreiðurhegðun:** whine call (Wh), nest call (Ne).
- **Viðvörunarköll:** Tuck (Tu), Thuk (Th).
- **Ófélagsleg köll:** distress call (Di), aggressive call (Ag).
- **Betl:** begging call (Be).
- **Tilhugalíf:** male song (So).

The 11 call-types are concrete categories

The paper asks whether zebra finches sort these calls the way ethologists do.

Contact calls
- DC — distance call
- Te — Tet
- LT — long-tonal call

Pair-bonding / nest
- Wh — whine call
- Ne — nest call

Alarm calls
- Tu — Tuck
- Th — Thuk

Non-affiliative
- Di — distress call
- Ag — aggressive call

Begging
- Be — begging call

Courtship
- So — male song

These are ethogram-based labels: categories from sound shape plus social context, not human words.

Kallgerðirnar 11 sem prófaðar voru, flokkaðar eftir grófu félagslegu hlutverki. Heitin koma úr atferlisskrá heimildagreinarinnar: þetta eru ekki „orð“, en þau sýna lesandanum nákvæmlega hvaða hljóðflokka fuglarnir þurftu að greina.

The Clean Paper CC BY 4.0

Aðalverkefnið var **Go/No-Go hljóðaðgreining**. Fugl goggaði á upplýstan hnapp til að hefja sex sekúndna hljóð. Ef kallið var verðlaunað var rétta hegðunin að bíða; þegar hljóðinu lauk kom fóðurskál upp og fuglinn fékk fræ. Ef kallið var ekki verðlaunað gaf bið ekkert; skilvirkara var að gogga aftur á meðan upptakan spilaði, stöðva hljóðið og hefja næsta próf. Truflanir fuglsins sýna þannig hvaða hljóð hann meðhöndlar sem „ekki verðlaunaða flokkinn“.

Í hverri prófun var ein kallgerð verðlaunuð og hinar tíu ekki. Síðan breyttu höfundarnir verðlaunuðu kallgerðinni og fóru í gegnum allt safnið. Þeir notuðu líka mörg dæmi frá mörgum rödduðum einstaklingum, með fáum nákvæmum endurtekningum. Það skiptir máli: fuglinn gat ekki bara lagt eina upptöku á minnið. Til að ná árangri þurfti hann að læra hvað taldist sama kallgerð þvert á mismunandi fuglaraddir og upptökur.

„Skynjunarrýmið“ sem greinin sýnir síðar er ekki heilaskönnun eða bókstaflegt kort inni í fuglinum. Það er kort ályktað úr mistökum. Ef tveimur kallgerðum er oft ruglað saman eru þær settar nær hvor annarri í hegðunarkortinu. Höfundarnir bera það saman við hljóðkort byggt aðeins á mælanlegum hljóðeiginleikum. Fullyrðingin verður áhugaverð aðeins ef villukort fuglanna dregst í átt að **hlutverki** kallanna, ekki bara hljóðlíkindum.

Hvað fundu þeir?

Fuglarnir gátu greint allt kallkerfið. Tólf fullorðnar sebrafinkur, sex karldýr og sex kvendýr, voru prófaðar yfir kallgerðirnar 11. Næstum öll próf tókst: **127 af 131** aðgreiningarprófum voru marktæk. Fáein mistök tengdust ákveðnum fuglum og kallgerðum; heildarmynstrið var að allar kallgerðir voru greindar betur en tilviljun.

Þetta skiptir máli vegna þess að hljóðkerfið er ekki snyrtilegt safn stakra pípa. Sumar kallgerðir eru hljóðlega þéttar og aðrar renna saman. Fuglar lærðu samt flokkana.

Þeir yfirfærðu flokkana á nýja raddara. Í annarri tilraun lærðu fuglar að greina tvær kallgerðir frá litlum hópi raddara. Daginn eftir voru nýir raddarar settir inn með sömu verðlaunareglu. Fuglar flokkuðu nýju köllin rétt snemma í prófinu, áður en þeir gátu lært hvert nýtt dæmi með endurgjöf. Það styður flokkun kallgerðarinnar sjálfrar, ekki aðeins minni fyrir einstök hljóð.

Flokkurinn gat yfirkeyrt nýja verðlaunareglu. Sterkasta hegðunarprófið kom þegar verkefnið varð ósamræmt. Köflum frá nýjum röddurum var gefin gagnstæð verðlaunaregla við þá sem fuglarnir höfðu lært fyrir kallgerðina. Ef fuglarnir fylgdu aðeins nýjum hljóðdæmum ættu þeir að laga sig strax. Í staðinn fylgdu fyrstu svörin gamla kallflokknum og leiddu kerfisbundið til rangra verðlaunaákvarðana. Yfir daginn lærðu fuglarnir smám saman nýju handahófsregluna. Það er nákvæmlega það sem maður býst við ef náttúrulegi kallflokkurinn er nógu raunverulegur til að trufla nýtt nám.

Mistök fylgdu ekki aðeins hljóði. Höfundarnir báru saman hljóðrými, byggt á ruglingi flokkara milli kalla, og skynjunarrými, byggt á hegðunarvillum fuglanna. Rýmin tengdust — hljóðið skipti áfram máli. En kallgerðir sem tilheyrðu sama víða hegðunar- eða merkingarflokki lágu nær hver annarri í skynjun fuglanna en í hreina hljóðrýminu. Greinin kallar þetta **semantic magnet effect**, merkingarlegt seguláhrif.

Tölulega var hópun eftir merkingarlegum yfirflokki um **2,43 sinnum sterkari** í skynjunarkortinu en hljóðkortinu. Í einföldu máli: mistök fuglanna drógust að félagslegri virkni kallanna, ekki bara því hvernig þau hljómuðu.

Hvað merkir „semantic“ hér?

Þetta er sá hluti sem þarf mestu varfærnina. Í daglegu máli verður „merking“ fljótt að „orðum“. Það sannar greinin ekki.

Hér er hugtakið notað í hegðunar- og samanburðarsálfræðilegum skilningi. Kallgerð hefur mögulega merkingu vegna þess að hún tengist félagslegu hlutverki: viðvörun, sambandi, betli, árásargirni, paratengslum eða tilhugalífi. Ef fuglar rugla saman kallgerðum úr sama félagslega yfirflokki oftar en hljóðlíkindin spá fyrir um, er skynjun þeirra mótuð af þessum virknihópi.

Það er marktæk niðurstaða. Hún bendir til að fuglinn heyri ekki einfaldlega litrófsmynd. Hann meðhöndlar tegundarsértæk köll sem hegðunarlega skipulagða flokka.

En niðurstaðan er samt óbein. Höfundarnir geta ekki lesið huga dýrsins og halda því ekki fram. Innri framsetning er ályktuð úr hegðun: aðgreiningu, yfirfærslu og kerfisbundnum mistökum.

Gagnleg samlíking er því ekki „finkuorð“. Betra er: heyrnarkerfi fuglsins virðist sveigja skynjunarfjarlægð milli kalla eftir því **til hvers köllin eru notuð**.

Hvað sýnir þetta *ekki*?

- Það sýnir **ekki mannlegt tungumál**. Engin setningafræði, málfræði, samsett merking eða opin orðaforði er sýndur.
- Það sýnir **ekki** að sebrafinkur hafi „orð“. Kallgerðirnar eru tegundarsértækir raddflokkar tengdir hegðunarsamhengi, ekki frjálslega samsetjanleg tákn.
- Það sýnir **ekki** samtal við menn eða leið til að „þýða“ fuglamál.
- Það gefur **ekki beinan aðgang að hugarástandi**. Merking er ályktuð úr verkefnahegðun og villumynstri, ekki skoðuð beint í huga fuglsins.
- Það sýnir **ekki** að fuglar hafi lært nýja merkingu. Yfirfærsla á nýja raddara er yfirfærsla kallflokks milli hljóða mismunandi einstaklinga.
- Það segir **ekki** hvernig flokkarnir þróast. Aðeins fullorðnir fuglar voru prófaðir; áhrif reynslu og þroska eru áfram opin spurning.

Hversu sterk eru gögnin?

Fyrir flokkunarskynjun kallgerða eru gögnin sterk. Hönnunin lætur fugla greina allt kallkerfið, notar mörg dæmi frá mörgum röddurum og inniheldur yfirfærslupróf þar sem nýjar raddir eru flokkaðar eftir kallgerð. Ósamræmda verðlaunaskilyrðið er sérstaklega gagnlegt vegna þess að það sýnir að flokkurinn getur truflað nýja handahófsreglu.

Fyrir aðgerðabundið form merkingarskynjunar eru gögnin góð en ályktunin dýpri. „Semantic magnet effect“ er ekki aðeins myndlíking: höfundarnir bera saman fjarlægðarkort úr hljóðeiginleikum og hegðunarvillum og finna að köll með svipað félagslegt hlutverk þéttast meira í skynjun en hljóði. Það styður að virkni kallsins móti skynjun.

Fyrir mannlega merkingu eru gögnin ekki til staðar, og þau þurfa ekki að vera það. Greinin verður áhugaverðari þegar hún fær að vera nákvæm. Samskipti dýra verða ekki verðmæt aðeins þegar þau líkjast mannlegu tali.

Hvers vegna skiptir þetta máli?

Freistingin í almennri umfjöllun er augljós. Ef fugl heyrir kall sem merkingarbært vill næsta fyrirsögn segja að við séum að afkóða dýratungumál. Það stökk sleppir erfiðasta hluta vísindanna.

Varkára niðurstaðan er betri. Hún sýnir hvernig hægt er að prófa „merkingu“ án þess að þykjast þýða huga dýrs. Rannsakendur geta spurt hvort dýrin flokki köll á svipaðan hátt og mannlegir atferlisfræðingar. Þeir geta prófað hvort ný dæmi séu sett í flokk. Og þeir geta prófað hvort mistök fylgi hljóðlíkindum eða félagslegri virkni. Þannig verður gömul spurning — merkja dýraköll eitthvað fyrir dýrin sjálf? — að skýrara tilraunaverkefni.

Niðurstaðan færist líka frá fölskum stiga þar sem menn hafa tungumál en allt annað aðeins hávaða. Sebrafinkur hafa lítið, tegundarsértækt kallkerfi. Innan þess bendir rannsóknin til að þær skynji skipulagða flokka sem tengjast félagslegri notkun. Það er ekki okkar tungumál. Það er samskiptakerfi þeirra, prófað á eigin forsendum.

Í stuttu máli

Rannsókn í *Science* prófaði fullorðnar sebrafinkur á 11 kallgerðum í raddkerfi þeirra. Í hljóðrænum Go/No-Go verkefnum greindu fuglarnir allar kallgerðir, yfirfærðu lærða flokka á köll frá nýjum röddurum og fylgdu í ósamræmdu skilyrði fyrst náttúrulega kallflokknum jafnvel þegar það gaf ranga verðlaunaákvörðun. Höfundarnir báru síðan hljóðlíkindi saman við hegðunarvillur og fundu að kallgerðir sem eru notaðar í svipuðu félagslegu samhengi hópuðust sterkari saman í skynjunarrými fuglanna en hljóðrými. Það styður flokkunarskynjun og aðgerðabundið form merkingarskynjunar: fuglarnir virðast skipuleggja eigin köll eftir félagslegu hlutverki, ekki aðeins hljóði. Þetta sýnir ekki mannlegt tungumál, setningafræði, orð, beinan aðgang að hugarástandi eða möguleika á samtali við

fugla.

Raunhæf yfirferð

Það sem greinin sýnir: Fullorðnar sebrafinkur geta greint 11 atferlisskilgreindar kallgerðir; þær yfirfæra flokkana á nýja raddara; og kerfisbundin mistök þeirra mótast af hegðunarlegum/merkingarlegum flokkum umfram hljóðlíkindi ein.

Það sem er líklegt en ekki sannað: Að sebrafinkur hafi innri framsetningar á merkingu kalla; að sambærileg taugakort liggi undir hegðunarlega „semantic magnet“ áhrifinu; og að þroski og reynsla móti þessa flokka á sambærilegan hátt og aðra lærða skynjunarflokka.

Það sem greinin sýnir ekki: Mannlegt tungumál; málfræði; opin orð; táknræna tilvísun í mannlegum skilningi; beina sönnun á huglægu hugarástandi; eða leið fyrir menn til að tala við sebrafinkur.

Helstu takmarkanir: Rannsóknarstofuverkefni með **12 fullorðnum fuglum**, ekki náttúruleg samskipti á vettvangi; „merking“ er ályktuð úr hegðun og villumynstri; þroski er ókannaður; niðurstaðan snýr að föstu tegundarsértæku kallkerfi, ekki sveigjanlegu samsetjanlegu tungumáli.

Hversu mikið traust ætti almennur lesandi að bera til niðurstöðunnar? Mikið traust á því að sebrafinkur geti flokkað og greint kallgerðir sínar í þessu verkefni. Gott traust á að villur þeirra endurspegli félagslegt hlutverk og ekki aðeins hljóðlíkindi. Lítið traust á því að þetta sé sönnun fyrir fuglatungumáli í mannlegum skilningi. Rétta afstaðan er sterk niðurstaða í dýravitsmunum um merkingarbæra raddflokka — ekki Dr. Dolittle-stund.

Heimildir

Science 389, 1210-1215 (2025)
https://doi.org/10.1126/science.ads8482

Author manuscript in PMC — PMCID PMC12721838
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12721838/

Behavioral data and analysis code — Zenodo
https://zenodo.org/records/13623969

Zebra finch acoustical database — Figshare
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11905533.v1