

Appendix XIII. Upplevt tidsflöde

Sammanfattning

I syfte att klargöra den psykologiska grunden för upplevelsen av tidens gång analyseras olika sätt att vetenskapligt mäta det som i vardagligt tal beskrivs som variationer i hur fort tiden går. Den befintliga forskningen visar sig främst vara inriktad på två huvudsakliga former av upplevd tidshastighet som grundar sig på skattning av objektiva tidsintervall. Därutöver identifieras tre former av vad som här benämns spontant upplevd tidshastighet, vilka utmärks av att de saknar explicit referens till objektiv tidmätning. En analys av vad som kännetecknar upplevelsen av tiden gång utmynnar i tre kriterier. Utifrån dessa kriterier visar sig det mest representativa uttrycket för variationer i den subjektiva upplevelsen av tidens gång vara upplevelsen av slowmotion i samband med livshotande situationer.

1 Introduktion

Tidens gång är en fundamental del av människans upplevelse av omvärlden. Samtidigt rymmer detta fenomen några av vetenskapens största gåtor, vilka sträcker sig över en rad olika forskningsfält som psykologi (James, 1890), filosofi (Locke, ca 1700/1975), lingvistik (Lakoff & Johnson, 1999), teologi (Augustinus, ca 400/1990), termodynamik (Boltzmann, 1897), astronomi (Tegmark, 2014), kvantfysik (Penrose, 1989) och datalogi (Wolpert, 1992). Syftet med förhandenvarande artikel är att klargöra sambandet mellan olika sätt att mäta människors subjektiva upplevelse av tidens hastighet och upplevelsen av det som brukar benämnas tidens gång eller tidsflödet.

Två huvudsakliga sätt att mäta situationsberoende variationer i vad som i vardagligt tal kallas tidens hastighet förekommer i psykologisk forskning och kan kategoriseras enligt följande:

1. klocktidsbaserad tidshastighet, vilken mäts som kvoten $\{\text{subjektivt skattat tidsintervall}\} / \{\text{objektiv tidsintervall}\}$ (Block & Zakay, 1997; Zakay & Block, 2004), och
2. tidshastighet som skattas utan hänvisning till av klockan mätta tidsintervall, vilket som regel sker med hjälp av en skala som sträcker sig från “mycket långsam” till “mycket snabb” (Wearden, 2015).

Utöver de i vardagen skiftande tidshastigheter som framkommer i denna forskning förekommer även avvikelser i upplevelsen av tidsflödet vid alternativa medvetandetillstånd som exempelvis hypnos, meditation, nära döden-upplevelser och vid intag av droger av olika slag.¹ I förhandenvarande artikel ligger fokus emellertid huvudsakligen på den icke-patologiska upplevelse av tiden som vi normalt möter.

Framställningen syftar till att utifrån befintlig forskning jämte introspektion klargöra de psykologiska grunderna för upplevd tidshastighet. Därutöver söks ett representativt uttryck för upplevelsen av variationer i det vi kallar tidens gång eller tidsflödet. Två väsensskilda sätt att mäta klocktidsbaserad tidshastighet utgör ämnet för avsnitt 2. I avsnitt 3 beskrivs tre former av spontant upplevd tidshastighet, och i avsnitt 4, 5 och 6 analyseras dessa var för sig. Ett avgörande kännetecken för upplevelsen av tidsflödet framkommer i avsnitt 7. I avsnitt 8 uppställs – i enlighet med funna kännetecken – kriterier för vad som bör utmärka ett representativt uttryck för människan upplevelse av tidens gång, varefter de hittills beskrivna uttrycken för upplevd tidshastighet utvärderas med avseende på dessa kriterier. De dragna slutsatserna är sammanfattade samt infogade i ett vidare sammanhang i avsnitt 9.

2 Två former av klocktidsbaserad tidshastighet

Merparten av den hittillsvarande psykologiska forskningen rörande upplevelse av tid har varit inriktad på hur olika individer i skilda sammanhang subjektivt skattar objektiva tidsintervall. Kvoten mellan subjektiv och objektiv varaktighet (eng. *the ratio of subjective to objective duration*) benämns i detta arbete *klocktidsbaserad tidshastighet*. Kopplingen mellan subjektiv skattning av objektiva tidsintervall och upplevelsen av tidens gång är så gott som alltid underförstådd. Exempelvis definieras ovan nämnda kvot i Block & Zakay (1997) utan att sådan koppling görs. I många forskningsartiklar framgår emellertid indirekt att ett högt värde på kvoten motsvarar låg tidshastighet, medan ett lågt värde på kvoten motsvarar hög tidshastighet. Denna koppling framkommer emellanåt i artiklarnas titlar, där *“time flies”*, *“time slows”*, *“time speeds”* och liknande uttryck kan ingå (se referenslistan för exempel).

En rad olika metoder har tillämpats vid mätning av subjektiva skattningar av objektiva tidsintervall, varav de vanligast förekommande är verbal skattning, produktion, reproduktion, rangordning samt jämförelse med på förhand inlärd tidsintervall. En annan viktig metodologisk

¹Naish (2006) beskriver tidsupplevelse i samband med hypnos, och Wittmann (2015) ger en utförlig redegörelse för forskning rörande tidsupplevelse vid andra alternativa medvetandetillstånd. Se även Blom (2010) under uppslagsord *Time Distortion*.

fråga är huruvida försökspersoner på förhand får veta att de ska skatta det aktuella tidsintervallet, så kallad *prospektiv* tidsskattning, eller om de gör skattningen utan sådan förkunskap, så kallad *retrospektiv* tidsskattning. Dessa båda skattningsmetoder ger resultat som tyder på att de sker under inflytande av vitt skilda mekanismer (Zakay & Block, 2004).

Prospektiv (d.v.s. på förhand aviserad) skattning av objektiva tidsintervall varierar i hög grad med individens uppmärksamhet på tiden. Block & Zakay (2008) har föreslagit att människor vid prospektiv skattning använder en neural mekanism bestående av bland annat en "pace-maker" och en "ackumulator" som med hjälp av arbetsminnet prospektivt kan mäta tidsintervall. Emellertid har någon sådan funktion inte lokaliserats i den mänskliga hjärnan, varför flera forskare på området har uttryckt tvivel om existensen av en sådan central mekanism (Droit-Volet & Gil, 2009; Muller & Nobre, 2014; Pariyadath & Eagleman, 2007). Buonomano (2017, s. 124) har istället föreslagit att "the brain has a suite of interrelated timing mechanisms distributed across its circuit".

Retrospektiv (d.v.s. ej på förhand aviserad) skattning av objektiva tidsintervall har i experiment visat sig variera med den mängd minnen individen har från det aktuella tidsintervallet (Block & Zakay, 1997; Ornstein, 1969). Medan den prospektiva motsvarigheten av praktiska skäl vanligen tillämpas på sekundlånga och i undantagsfall minutlånga intervall, tillämpas retrospektiv skattning även på längre tidsintervall. Block (1990) liksom Buonomano (2007) och Wittmann (2013) ger belägg för att olika mekanismer träder i kraft vid olika långa tidsintervall.

3 Tre former av spontant upplevd tidshastighet

Spontant upplevd tidshastighet föreslås här som en benämning på det som i punkt 2 i avsnitt 1 beskrivs som en av klocktiden oberoende mätning av tidens hastighet. Sådan upplevelse är allmänt omvitnad av vuxna människor i den industrialiserade världen (Block et al., 1996). Doob (1971) beskriver den under benämningen *primary time judgment*, medan Wearden (2015) använder den mer allmänt förekommande benämningen *passage of time judgment* (POTJ; andra författare föredrar PoTJ). Skälet till att här inte göra en direktöversättning av någon av de vedertagna engelska termerna är att tydligt skilja denna form av upplevd tidshastighet från andra fenomen som i olika sammanhang har tillskrivits egenskapen att vara ett mått sådan hastighet. Försättningsvis kommer den svenska termen att föredras förutom vid direkta citat.

Spontant upplevd tidshastighet anges som regel på en skala som sträcker sig från "mycket långsam" till "mycket snabb" med "normal" som ett mittenvärde (Wearden, 2015). Den framträder tydligast då den *inte* överensstämmer med individens bedömning av klocktiden, ex-

empelvis i utsagor som “jag gissar att mikrovågsugnen bara har varit igång i ett par minuter, men det känns som betydligt längre”. Individ-ers skattningar av den spontant upplevda tidshastigheten visar sig också ofta hamna i strid med den upplevelse av hastig eller långsam tid som kan tolkas in i skattning av objektiva tidsintervall (Bschor et al., 2004; Droit-Volet et al., 2018b; Rutrecht et al., 2021).

Oberfeld et al. (2014) och Droit-Volet et al. (2018b) hävdar att spontant upplevd tidshastighet framträder först vid tidsintervall som är minst en minut långa. Emellertid kan en sådan begränsning ifrågasättas utifrån studier där individer skattar spontant upplevd tidshastighet under betydligt kortare tidsintervall, exempelvis vid olyckor och fara (Arstila, 2012; Stetson et al., 2007) samt i vissa vardagliga situationer som kan identifieras genom introspektion (för exempel, se avsnitt 4).

I studiet av den spontant upplevda tidshastigheten är det av central betydelse att notera att begreppet inte är enhetligt. En illustration av detta faktum utgörs av den så kallade “semesterparadoxen” (Hammond, 2012), enligt vilken vi under en pågående *lustfylld* period (exempelvis en semester) har en tendens att uppleva tiden som hastigt undflyende, varefter tiden i samma period i efterhand upplevs som utdragen och följaktligen förknippad med långsam tidshastighet. I ett tillstånd av *tristess* upplever vi istället den pågående tiden som långsam, varefter den aktuella perioden i efterhand upplevs ha gått fort (James, 1890; Wittmann, 2017). Här tycks således emotioner liksom referenspunkten i tiden vara avgörande för hur vi skattar den tidshastighet som präglar tidsperioden i fråga. Fortsättningsvis avser beteckningen *pågående spontant upplevd tidshastighet* upplevelse av spontan tidshastighet som sker under det aktuella tidsintervallet, medan *i efterhand spontant upplevd tidshastighet* avser upplevelse av sådan tidshastighet som sker i efterhand.

En tredje och mer sällsynt form av spontant upplevd tidshastighet är den känsla av att tiden går i slowmotion som uppkommer i vissa farofyllda situationer, främst sådana som är överraskande (Arstila, 2012; Stetson et al., 2007). Upplevelsen ger intryck av att uppstå omedelbart i det pågående tidsintervallet, men till skillnad från pågående och i efterhand spontant upplevd tidshastighet tar den sig ett konkret sensoriskt uttryck, genom att intrycken från omvärlden liknar en film som spelas upp i långsammare hastighet än normalt. I förhandenvarande arbete benämns detta *slowmotion spontant upplevd tidshastighet*. Dessutom finns anekdotiska vittnesmål om en slags motsats till slowmotion spontant upplevd tidshastighet hos individer med neurologiska skador.²

²Neurologen William Gooddy (1988) beskriver en patient med Parkinsons sjukdom som upplever att klockan går exceptionellt snabbt, och ytterligare exempel på tillstånd då händelser i omvärlden tycks gå onormalt fort förekommer i Blom (2010) under uppslagsordet “Quick-motion Phenomenon”.

Martinelli & Droit-Volet (2021, s. 2) beskriver forskningen om spontant upplevd tidshastighet som knapphändig: “There are very few studies that have experimentally investigated PoT [passage of time] judgments in the laboratory.” Med anledning därav varnar Wearden (2015, s. 169) för förhastade slutsatser: “Given that there are very few studies of POTJs, attempts to specify what factors determine them is risky, ...”.

Om vi önskar att förstå den psykologiska grunden till människans upplevelse av tidens gång, finns emellertid starka skäl att bortse från Weardens varning. De kommande tre avsnitten kommer följaktligen att ägnas beskrivningar och analys av de tre identifierade formerna av spontant upplevd tidshastighet.

4 Pågående spontant upplevd tidshastighet

En närliggande utgångspunkt i beskrivningen av pågående spontant upplevd tidshastighet är det ofta förekommande vittnesmålet att pågående tid går fort när vi har det roligt, medan den går långsamt vid tristess. Wearden (2015) beskriver i samklang med detta skattning av spontant upplevd tidshastighet (POTJ) som en slags skattning av känslor:

It seems from this that feel judgements are lightly disguised forms of POTJs, and that both are related to hedonic variables, with positive hedonic ratings being associated with faster POTJs and increases in negative ones with slower POTJs. (Wearden, 2015, s. 167)

En sådan beskrivning finner stöd i en rad studier, där betingelser som påverkar försökspersonernas känslor i positiv riktning ger ökande skattningar av pågående spontant upplevd tidshastighet. Sackett et al. (2010) och Weiss et al. (2021) visar att påverkan även kan ske i motsatt riktning, genom att individer skattar en händelse som mer positiv ju fortare de manipuleras att tro att tiden har gått.

Detta enkla samband mellan emotioner och tidsskattning tycks emellertid inte alltid stämma. Med hjälp av introspektion är det möjligt att finna motexempel i sällskapsspel och idrotter där kamp mot klockan förekommer. Sådana aktiviteter upplevs som regel som stimulerande och roliga, vilket inte hindrar deltagande individer från att i vissa situationer uppleva att tiden snarast går ovanligt långsamt.

Antag exempelvis att en fotbollssupporter i slutminuterna av en match ser sitt lag leda med uddamålet, medan motståndarlaget anfaller intensivt. Då upplever supportern sannolikt minuterna och sekunderna som mer utdragna och långsamma än normalt. Likaså är det troligt att en schackspelare som är i spelmässigt underläge, och som väntar på motspelarens drag medan dennas tid är på väg att rinna ut enligt

schackuret, upplever att tiden segar sig fram ytterst sakta. Om vi i efterhand efterfrågar upplevelsernas emotionella valör, kommer många supportrar och schackspelare med stor sannolikhet svara att de har haft roligt. Dessa två exempel implicerar således att hastig och långsam spontant upplevd tidshastighet inte alltid uppvisar ett enkelt samband med positiva respektive negativt emotionellt laddade situationer.

Ovanstående slutsatser grundade på introspektion finner stöd i en studie av Tipples (2018), där resultaten visar att frustration vid sidan av positiva och negativa emotioner har inverkan på pågående spontant upplevd tidshastighet. Tipples (2018) nämner dessutom med hänvisning till intuitionen ett par exempel på situationer, då frustration ger upphov till långsam pågående spontant upplevd tidshastighet som inte är beroende av positiv eller negativ sinnesstämning: i en trafikkö på väg till ett viktigt möte och i en restaurang väntande på mat vid hunger.

Sarigiannidis et al. (2020) ger ytterligare ett exempel på en situation, där sambandet mellan hastig tid och lustfylld sysselsättning inte tycks hålla, nämligen då en person i ett tillstånd av ångest arbetar inför en snart förestående deadline. En sådan situation bör med stor sannolikhet ge personen en spontan upplevelse av att tiden går ovanligt fort, trots att sinnesstämningen är långt ifrån positiv. Detsamma kan även förmodas gälla motståndaren till schackspelaren i exemplet tidigare i detta avsnitt.

Utifrån ovanstående fynd framstår det som mer korrekt att beskriva skiftningar i pågående spontant upplevd tidshastighet på följande vis: tiden ger intryck av att gå sakta då individen upplever sig ha fördel av om tiden skulle gå ovanligt fort, medan den ger intryck av att gå fort då individen upplever sig ha fördel av om tiden skulle gå ovanligt sakta. Om exempelvis en förälskad person väntar på föremålet för sina känslor, går dennas väntetid med största sannolikhet mycket långsamt (trots att hen förmodligen är glad). Om samma person sedan önskar att parets efterlängtnade stund på tu man hand ska fortgå för evigt men vet att de ska skiljas efter en timme, kommer personen förmodligen ha en känsla av att den pågående tiden går oerhört fort. Ett sådant samband har likheter med hur en person kan uppleva samma bit mat som liten eller stor beroende på om hen är hungrig respektive mätt. Sambandet kan beskrivas i form av följande hypotes:³

En individ upplever tidens hastighet som högre under en pågående period, ju större den *önskade* tidsåtgången för perioden är i förhållande till den *upplevda* tidsåtgången.

³En parallell till att viljan och möjligheten att förkorta eller förlänga ett tidsintervall påverkar upplevelsen av tidens hastighet och därigenom även tidsintervallets längd finns i experiment som visar att möjligheten att agera i en viss situation tycks påverka bedömningen av spatiala förhållanden i situationen (Witt, 2017).

Denna hypotes giltighet har indirekt prövats i flera vetenskapliga studier. För att en sådan prövning ska vara möjlig, är det lämpligt att manipulera den *önskade* tidsåtgången, medan betingelserna i övrigt hålls konstanta (den upplevda tidsåtgången är däremot svår att påverka utan att andra betingelser ändras). Stöd för hypotesen finns i studier där prospektiv spontant upplevd tidshastighet visar sig *öka* i samband med glädje (Droit-Volet et al., 2017, 2018b; Hawkins et al., 1988; Kuhlen & Monge, 1968), upphetsning (Droit-Volet et al., 2018b), förhöjd aktivitet (Tipples, 2018), framtidsorientering (Tipples, 2018), hög motivation (Conti, 2001), semesteravslutning snarare än inledning av semester (Avni-Babad & Ritov, 2003), och flow (Rutrecht et al., 2021). Likaså finner hypotesen stöd i studier där samma slags tidshastighet visar sig *minska* i samband med nedstämdhet (Droit-Volet et al., 2018b; Hawkins et al., 1988), tristess (Weiss et al., 2021) och frustration (Tipples, 2018).

Det har även gjorts jämförelser mellan grupper av människor i olika tillstånd eller med olika egenskaper i syfte att undersöka hur dessa faktorer påverkar pågående spontant upplevd tidshastighet. Denna tidshastighet visar sig då vara *högre* än normalt för individer med mani (Bschor et al., 2004), medan den är *lägre* för individer med depression (Thönes & Oberfeld, 2015, metastudie) och benägenhet för tristess (Watt, 1991).

Samtliga ovanstående forskningsresultat är i god samklang med den ovan presenterade hypotesen. Mer tveksamt stöd för hypotesen står att finna i studier som visar ökande pågående spontant upplevd tidshastighet i samband med uppmärksamhetskrävande uppgifter (Droit-Volet & Wearden, 2016) samt minskande pågående spontant upplevd tidshastighet i samband med fokus på tiden (Conti, 2001) och avslappning (Droit-Volet et al., 2018a). Ingen av de sistnämnda resultaten talar dock direkt emot hypotesen. En uppmärksamhetskrävande sysselsättning är ofta stimulerande och önskvärd, och en individ som ägnar sig åt avslappning eller uppmärksamhet på tiden kan längta efter något mer stimulerande. Emellertid krävs fler studier rörande dessa tillstånd för att grundligt pröva hypotesens giltighet.

5 I efterhand spontant upplevd tidshastighet

I efterhand spontant upplevd tidshastighet beskriver upplevelsen av ett tidsintervall som ligger ett stycke bakåt i tiden. Individen anger hastigheten på en skala som i regel sträcker sig från "mycket långsam" till "mycket snabb", och skattningen av denna känsla sker utan hänvisning till någon objektiv tidmätning som har skett med hjälp av klockor, almanackor eller dylikt.

Icke desto mindre uppvisar skattning av i efterhand spontant upplevd tidshastighet ett tydligt släktskap med det som i avsnitt 2 kallas retrospektiv skattning av objektiva tidsintervall. Detta framgår bland annat av Sackett et al. (2010, studie 1b) och Weiss et al. (2021). I båda fallen lät forskarna olika grupper av försökspersoner skatta den i efterhand spontant upplevda tidshastigheten under exakt samma betingelser, med enda skillnaden att försöksledaren påstod att experimenten tog olika lång tid i anspråk. Hos såväl Sackett et al. (2010) som Weiss et al. (2021) varade experimenten genomgående i 10 minuter, men de påstods i Sackett et al. (2010) vara i 5 eller 20 minuter, medan de i Weiss et al. (2021) påstods vara i 5, 10 eller 15 minuter. I båda studierna uppgav försökspersonerna i efterhand som regel att tiden hade gått fortare ju kortare tid som de fått uppgift om att experimentet hade tagit i anspråk.

Ytligt sett ger Sackett et al. (2010) och Weiss et al. (2021) därigenom exempel på skattningar av i efterhand spontant upplevd tidshastighet, eftersom de studerade individerna inte skattade några objektiva tidsintervall. Emellertid är inte denna form av skattning i det här fallet helt fri från påverkan av klocktiden. En rimlig tolkning är att försökspersonernas upplevda felskattningar av det objektiva tidsintervallet får dem att uppleva tidshastigheten som hög eller låg. Strängt taget uppger de därigenom en retrospektiv (d.v.s. i efterhand skattad) klocktidsbaserad tidshastighet som är förklädd till spontant upplevd tidshastighet.

Det förefaller rent av svårt att vid längre tidsintervall finna exempel på skattning av i efterhand spontant upplevd tidshastighet som är helt oberoende av skattning av objektiva tidsintervall. Detta förhållande framträder tydligt i det i avsnitt 3 angivna typexemplet, där tiden under en semester i efterhand är förknippad med att tiden har gått långsamt. En sådan bedömning bör rimligen ske genom att en outtalad skattning av tidsintervallets (d.v.s. semesterns) längd ställs i relation dess faktiska längd. Ett outtalat resonemang skulle i så fall lyda något i stil med att "det hände så mycket under den där veckan att den känns ovanligt lång", vilket i sin tur innebär att tiden har gått långsamt. Således jämförs den subjektiva skattningen med den faktiska tidsåtgången. Slutsatsen blir att i efterhand spontant upplevd tidshastighet vid längre tidsintervall är en form av retrospektiv skattning av objektiva tidsintervall, där svaret ges i termer av "långsam", "normal" och "snabb" tidshastighet snarare än i termer av den i avsnitt 1 och 2 nämnda kvoten mellan det aktuella tidsintervallets subjektiva och objektiva varaktighet.

6 Slowmotion spontant upplevd tidshastighet

En sällsynt form av förändrad tidshastighet förekommer i samband med livshotande och farofyllda situationer, främst då dessa uppträder plöts-

ligt. När människor hamnar i en sådan belägenhet kan de uppleva att tiden går i slowmotion – en upplevelse som här benämns *slowmotion spontant upplevd tidshastighet*. Det finns en rad vittnesmål om detta fenomen (Noyes & Kletti, 1977). Arstila (2012) framför flera goda skäl till att denna upplevelse av tidens hastighet av tre skäl är väsensskild från det som i förhandenvarande arbete har fått namnet pågående spontant upplevd tidshastighet: (1) den uppstår omedelbart snarare än i efterhand, (2) den medför en upplevelse som kan liknas vid slowmotionfilm, och (3) den medför en stegrad tankehastighet.

Forskare har gjort försök att efterlikna en sådan upplevelse i kontrollerade experiment med fritt fall (Stetson et al., 2007) och med hjälp av växande cirklar på en datorskärm (van Wassenhove et al., 2011), dock utan att upplevelsen av nedsaktade rörelser i omvärlden har rapporterats av försökpersonerna. Givet att dessa experiment aktiverar samma mekanismer som verklig slowmotion spontant upplevd tidshastighet, visar de att upplevelsen åtföljs av överskattning av tidsintervall och därmed nedsaktad tidshastighet såväl enligt retrospektiv mätmetod (Stetson et al., 2007) som enligt prospektiv mätmetod (van Wassenhove et al., 2011).

Bland forskare på området tycks det råda enighet om att slowmotion spontant upplevd tidshastighet medför ökad snabbhet i tanken, skärpta sinnen, ändamålsenliga beslut samt att uppmärksamheten koncentreras till faktorer som är relevanta för överlevnaden (Arstila, 2012; Noyes & Kletti, 1977; Wittmann, 2015). Det finns därför skäl att förmoda att slowmotion spontant upplevd tidshastighet är fördelaktig för individens överlevnad och förmodligen har gynnats av evolutionen.⁴

Det har ifrågasatts huruvida slowmotion spontant upplevd tidshastighet verkligen innebär att tidens flöde upplevs sakta ner under den pågående händelsen, eller om detta i själva verket är något som *i efterhand tillskrivs minnet* av den aktuella händelsen (Stetson et al., 2007; Wittmann, 2015). Att göra skillnad mellan dessa två alternativ framstår emellertid som ett felslut byggt på det inkorrekta antagandet, att det finns en omedelbar medveten upplevelse av nuet som inte är beroende av minnet. Att så inte är fallet följer av att varje medveten upplevelse per definition är en upplevelse som har kodats in i det deklarativa minnet. Således existerar endast medvetna upplevelser som hämtas ur det

⁴Stöd för hypotesen att upplevelsen av nedsaktad tidshastighet kan ha gynnats av evolutionen står att finna i idrottens värld, där en boll kan upplevas röra sig långsammare strax före den ska slås än annars. Detta fenomen har enligt Hagura et al. (2012, s. 4405) sin grund i att "the slowing down of perception triggered by action preparation may represent a flexible, strategic modulation of sensory acquisition speed." Eventuellt kan ytterligare ledtrådar om de kognitiva mekanismerna och funktionen rörande slowmotion spontant upplevd tidshastighet finnas i ett besläktat fenomen, där en "boll" i ett datorspel upplevs röra sig långsammare ju större "racket" spelaren förfogar över (Witt, 2017).

deklarativa minnet, och det finns följaktligen inga *omedelbara* medvetna upplevelser av tidsflödet.⁵

7 Upphovet till upplevelsen av tidens gång

Frågan om hur upplevelsen av tidens gång eller flöde uppstår i den enskildes medvetande har sedan länge varit föremål för framstående tänkares ansträngningar (Augustinus, ca 400/1990; Guyau, 1890; James, 1890; Locke, ca 1700/1975). Såväl filosofer som forskare inom psykologi och fysik har presenterat en rad goda skäl till att betrakta denna upplevelse som en illusion i bemärkelsen att tiden i fysikalisk mening inte rör sig, och att upplevelsen av tidens gång istället är resultatet av vår sammanvägda tolkning av våra sinnesförmimmelser och tankar (Gruber & Block, 2013; Smart, 1980; Tegmark, 2014).

En rimlig utgångspunkt för undersökningar av tidsflödets kognitiva ursprung är att rörelse med nödvändighet innebär att något rör sig *i relation* till något annat, eftersom rörelsen annars inte är möjlig att upptäcka och registrera. Philips (2013) skriver:

In forming a judgement about the absolute duration of some event in the world or of some flow of mental activity, subjects naturally reach for a reference measure: a stored, learned representation of how much change one can expect in ones environment or mind over a given period (say, a second). (Philips, 2013, s. 234–5)

Det är emellertid inte meningsfullt att påstå att tiden *själv* rör sig i förhållande till något (Smart, 1980; Davies & Gribbin, 1991). Istället bör den relativa rörelsen sökas i någon annan relation.

En mer fruktbar idé är att upplevelsen av tidens gång har sitt ursprung i att *jaget* upplevs röra sig genom tiden i form av det “tåg av idéer” (eng. *train of ideas*; Locke, ca 1700/1975) som i form av tankar och förmimmelser bygger upp jagets medvetandeström. En relation uppstår mellan mängden förmimmelser av jaget och mängden förmimmelser av omvärlden och den egna kroppen, och denna relation varierar med mängden intryck. Detta ger i sin tur upphov till upplevelsen att individens jag rör sig genom tidsdimensionen. Mer precist kan denna hypotes om upphovet till upplevelsen av tidens gång formuleras på följande vis:

Den upplevelse av relativ rörelse som utgör kärnan i tidsflödet uppstår genom förhållandet mellan å ena sidan

⁵Chalmers (1998) skriver “The primary criterion for consciousness will always remain the functional property we started with: global availability, or verbal report, or whatever.” Smart (1980) hävdar att det i själva verket är informationsflödet genom korttidsminnet som ger upphov till ett flöde hos tiden själv.

ackumulerade medvetna minnen av de tankar som konstituerar jaget och å andra sidan samtidigt ackumulerade medvetna minnen av perceptioner från omvärlden och från den egna kroppen.

En snarlik hypotes har formulerats av Michon (1985, s. 29) i termer av “tuning [...] described as the process of keeping track of the correspondence between events in the outside world and events produced in an internal representation of the world”. Mer nyligen har Philips (2013) varit inne på samma linje i sin beskrivning av slowmotion spontant upplevd tidshastighet i termer av “relative account of perceived duration”.

En direkt följd, givet att ovanstående hypotes är korrekt, är att upplevelsen av tidsflödet bör bli störd, om individen endast upplever ett minimum av sinnesförmimmelser. Att så är fallet framgår av forskning rörande människors upplevelse av tiden i tillstånd av sensorisk deprivation och djup meditation.⁶

Emellertid finns skäl till invändningar. Om tidens hastighet är resultatet av relationen mellan medvetna jag-relaterade tankar och förmimmelser av omvärlden (eller någon annan föränderlig relation), borde varje betydande skiftning i tidens hastighet innebära att sekundvisare och andra föremål med kända rörelsemönster rör sig i ultrarapid eller onormalt fort. Några sådana onormalt långsamma eller hastiga rörelser hör vi dock ytterst sällan vittnesmål om. Det enda väl dokumenterade undantaget är den upplevelse som i avsnitt 3 och 6 benämndes slowmotion spontant upplevd tidshastighet. Detta är anmärkningsvärt med tanke på att det existerar en rad fysiska och psykiska tillstånd – däribland feber, depression och mani – som *borde* innebära att tankarna saktar ner eller skyndas på, givet att tidshastigheten är bestämd av en sådan föränderlig relation. Vi kommer att återvända till denna frågeställning i slutet av avsnitt 8.

8 Ett representativt uttryck för tidens gång

Ett av syftena med förhandenvarande artikel är att finna ett representativt uttryck för upplevelsen av variationer i tidens flöde. Ett rimligt kriterium för sådan upplevelse är att den förekommer i omedelbar anslutning till det aktuella tidsintervallet. Dessutom bör den upplevas spont-

⁶Forskningen rörande sensorisk deprivation är av etiska skäl begränsad, men Ingvar (1991, s. 21–22) skriver att “medvetandet faller sönder”, “jaget upplöses” och att “man förlorar sin vanliga rums- och tidsuppfattning” under längre vistelser i sådant tillstånd. Glicksohn et al. (2017) redovisar delvis stöd för detta i en studie av en mildare form av sensorisk deprivation. Från personer som mediterar förekommer återkommande vittnesmål om erfarenheter av “being outside time” (Droit-Volet & Dambrun, 2019, s. 55) och “time standing still” (Taylor, 2020, s. 19).

ant, det vill säga utan att kräva någon förberedande informationsprocessande operation. Dessa båda kriterier framstår genom introspektion som självklart och intimt förknippade med upplevelsen av tidens gång.

Som konstaterades i avsnitt 7 bör skiftningarna i den subjektiva upplevelsen av tidens gång dessutom ta sig uttryck i en upplevelse av att rörelserna i omvärlden minskar eller ökar sin hastighet liksom i en film som spelas upp för sakta eller för snabbt. I varje fall borde *större* avvikelser från normal hastighet kunna detekteras genom en sådan direkt sensorisk varseblivning, eftersom människor utan svårigheter tycks kunna avgöra om en film som skildrar vardagliga mänskliga sysslor spelas upp med avvikelser som överstiger $\pm 40\%$.⁷ Detta omfång kan jämföras med subjektiva avvikelser i felskattningar av objektiva tidsintervall, som kan sträcka sig mellan -50% och $+100\%$, utan att några avvikelser i upplevelsen av tidsflödet i form av slowmotion eller "fast motion" åtföljer felskattningarna.⁸

Sammanfattningsvis bör ett representativt uttryck för variationer i tidsflödets hastighet uppfylla tre krav för att motsvara den upplevelse av tidens gång som följer oss genom den medvetna delen av våra liv.

1. Det upplevs i direkt anslutning till det aktuella tidsintervallet.
2. Det uppträder spontant.
3. Dess variationer är förknippade med en förändrad upplevelse av hastigheter i omvärlden, vilka står i proportion till tidshastigheten.

Mot dessa kriterier kan vi nu pröva de fem psykologiska mått på tidens gång som har beskrivits i artikeln: prospektiv klocktidsbaserad tidshastighet, retrospektiv klocktidsbaserad tidshastighet, pågående spontant upplevd tidshastighet, i efterhand spontant upplevd tidshastighet samt slowmotion spontant upplevd tidshastighet.

Retrospektiv klocktidsbaserad och i efterhand spontant upplevd tidshastighet och uppfyller inte kriterium 1 och 2, eftersom de upplevs genom en tillbakablick snarare än i anslutning till det aktuella tidsintervallet, och eftersom de är beroende av skattningar av objektiva tidsintervall snarare än att vara spontana. Den prospektiva klocktidsbaserade tidshastigheten kan inte heller anses uppfylla kriterie 2, då den uppträder som resultatet av en jämförelse mellan subjektiv skattning av tid och det objektiva tidsintervall som är föremål för skattningen, snarare än i form av en spontan upplevelse. Vad beträffar kriterie 3, medför inga skiftningar i de fyra förstnämnda av de ovan angivna tidshastigheterna någon konsekvent upplevelse av att omvärlden rör sig i

⁷Uppskattningen av tolererbara avvikelser från normal filmhastighet grundar sig på artikelörfattarens experiment med sig själv.

⁸Se exempelvis McGrath & O'Hanlon (1968).

Table 1: Hur olika former av upplevd varierande tidshastighet uppfyller uppställda kriterier för upplevelse av tidens flöde.

Form av tidshastighet:	Kriterie 1	Kriterie 2	Kriterie 3
Prospektiv klocktidsbaserad	nej	ja	nej
Retrospektiv klocktidsbaserad	nej	nej	nej
Pågående spontant upplevd	ja	ja	nej
I efterhand spontant upplevd	nej	nej	nej
Slowmotion spontant upplevd	ja	ja	ja

onormal hastighet i proportion till dessa skiftningar, och ingen av dessa fyra tidshastigheter uppfyller därför detta kriterie. Således kvarstår slowmotion spontant upplevd tidshastighet som det enda uttrycket för variationer i tidens upplevda hastighet som inte strider mot något av de tre uppställda kriterierna (se tabell 1).

En möjlig invändning är att ifrågasätta om kriterie 3 verkligen är ett rimligt krav på ett uttryck för upplevelsen av tidens flöde. Om så inte är fallet, framstår ju den betydligt vanligare pågående spontant upplevda tidshastigheten vid en första anblick som en nog så god kandidat. Denna invändning kan bemötas med resonemanget i avsnitt 7, där kriterie 3 även fann stöd hos Michon (1985) och Philips (2013). Dessutom uppstår pågående spontant upplevd tidshastighet, enligt den hypotes som presenteras i slutet av avsnitt 4, genom relationen mellan önskad och upplevd tidsåtgång för ett visst förlopp. Att denna relation skulle ge upphov till en upplevelse av relativ *rörelse* förefaller inte vara möjligt. Den önskade och den upplevda tiden är statiska egenskaper som individen tillskriver det aktuella tidsintervallet, och någon upplevelse av att tiden rör sig kan därför knappast uppkomma genom relationen dem emellan. Istället bör tidshastigheten variera med dynamiska faktorer på det vis som slowmotion spontant upplevd tidshastighet antas göra (Arstila, 2012; Noyes & Kletti, 1977; Wittmann, 2015).

En ytterligare invändning är att ett så *sällan* förekommande fenomen som slowmotion spontant upplevd tidshastighet knappast kan representera den allmänna upplevelsen av tiden gång. Emellertid kan den sällsynta förekomsten av denna form av upplevd tidshastighet förklaras med hypotesen att mängden medvetna jag-relaterade tankar och förnimmelser av omvärlden som kodas in i arbetsminnet *vanligen* endast avviker obetydligt från det normala. Om så är fallet bör individer ytterst sällan uppleva märkbara höjningar eller sänkningar av hastigheten hos kända rörelser i omgivningen. Enda gången som en frisk individ med sina sinnen kan detektera en avvikande hastighet i tidens flöde skulle enligt denna hypotes vara i samband med slowmotion spontant upplevd tidshastighet. Att vi likafullt tillskriver tiden skiftande hastigheter även i andra situationer har i enlighet med vad som framkommit i avsnitt

2–5 orsaker av andra slag, som exempelvis graden av uppmärksamhet på tiden, mängden inkodade minnen och relationen mellan önskad och faktisk tidsåtgång.

Sammantaget är det en rimlig slutsats att *slowmotion* spontant upplevd tidshastighet utgör det mest representativa uttrycket för upplevelsen av tidens gång eller tidens flöde. Med detta avses att de variationer i tidshastigheten som denna upplevelse medför är följden av en *verklig* förändring av de faktorer som ligger till grund för upplevelsen av tidsflödet.

9 Diskussion

Den psykologiska upplevelsen av tidens skiftande hastighet har i denna artikel beskrivits i form av fem olika "uttryck" eller "mått". Analyser har visat att dessa sinsemellan är väsensskilda genom att (i) kunna stå i strid med varandra, (ii) påverkas av olika faktorer och (iii) mätas på skilda sätt. Två av de i denna artikel analyserade uttrycken för varierande tidshastighet ställer den subjektiva skattningen av tidsintervall i relation till den objektiva klocktidsbaserade tidmätningen. De tre övriga saknar sådan koppling till klocktiden och ger intryck av att vara uttryck för en mer spontan skattning av tidens upplevda hastighet. Såväl de "klocktidsbaserade" som de "spontana" uttrycken för tidens gång kan i sin tur indelas med avseende på om de mäts medan det aktuella tidsintervallet pågår, eller om de som mäts med hjälp av en tillbakablick en tid efter det aktuella tidsintervallet.

Avvikande från övriga upplevelser av skiftande tidshastighet är det tredje "spontana" uttrycket för tidens skiftande hastighet, vilket tar sig uttryck i en upplevelse av att rörelser i omvärlden går långsammare än normalt. Upplevelsen uppträder främst i livshotande situationer. Denna *slowmotion spontant upplevd tidshastighet* har i förhandenvarande artikel beskrivits som ett representativt uttryck för upplevelse av variationer i tidens gång. En sådan slutsats följer av att denna form av upplevd tidshastighet uppfyller de villkor som har befunnits vara rimliga att ställa på ett sådant uttryck, främst genom att ha sin grund i relationen mellan mängden förnimmelser av jaget och mängden förnimmelser av omvärlden. Relationen beskrivs i avsnitt 7 som upphovet till upplevelsen att individens jag rör sig genom tidsdimensionen, det vill säga upplevelsen av tiden gång. Övriga uttryck för upplevelse av tidshastighet har sin grund i andra kognitiva processer, exempelvis graden av uppmärksamhet på tiden, mängden inkodade minnen och relationen mellan önskad och faktisk tidsåtgång.

Ovanstående beskrivning av en splittrad tidsupplevelse stöds av flera forskare på området (Buonomano, 2007; Michon, 1985; Muller & Nobre,

2014; Pariyadath & Eagleman, 2007). Núñez & Cooperrider (2013, s. 220) skriver utifrån forskning på tidsbegreppets rumsliga uttryck i olika kulturer: "Time is not a monolith, but rather a mosaic of construals with distinct properties and origins."

Att vi människor saknar ett entydigt sätt att mäta tidens hastighet är följdriktigt med tanke på att tiden som enhetligt begrepp är något som vi bör ha tillägnat oss sent i evolutionen. Tiden som en abstrakt och mätbar storhet som är oberoende av himlakropparnas rörelser gjorde sitt intåg i västerlandet främst under 1600-talet och 1800-talet genom fysikernas framsteg respektive de mekaniska klockornas växande betydelse i människornas vardagliga liv (Lundmark, 1993; Núñez & Cooperrider, 2013). Innan ett abstrakt tidsbegrepp hade etablerats, saknade människan språkliga verktyg som tillät henne att uttala sig om tidens *hastighet* i den mening som människor i den industrialiserade delen av världen gör idag (Sinha, 2014). I tidigare skeden av mänsklighetens historia bör de olika formerna av upplevd tidshastighet, som har beskrivits i förhandenvarande artikel, följaktligen ha verkat på endast en intuitiv och oreflekterad nivå utan att stå i motsättning till varandra.

Beskrivningar från andra delar av världen antyder att tiden som abstrakt begrepp gjorde entré ännu senare där. En sådan slutsats bör dock betecknas som preliminär, då den endast finner stöd i ett fåtal skildringar av den historiska bristen på abstrakt tidsbegrepp i Kina (Liu, 2017; Needham & Ronan, 1954), Indien (Nakamura, 1966) samt hos isolerade urbefolkningar i Amazonas (Sinha, 2014) och Östafrika (Murungi, 1980).

I den mosaik som utgör den mänskliga upplevelsen av tid har vi sålunda kunnat urskilja en skärva, som ger intryck av att spegla själva grunden till människans upplevelse av tidens flöde. Slowmotion spontant upplevd tidshastighet framträder emellertid endast då individen utsätts för livshotande fara. Likafullt kan detta fenomen betraktas som den enda märkbara avvikelser från upplevelsen av tidens annars jämnt flytande gång, det vill säga det tidsflöde som ledsagar oss människor under hela vår vakna tid.

References

- Arstila, V. (2012). Time slows down during accidents. *Frontiers in Psychology*, 3 (article 196), 1–10.
- Augustinus, A. (ca 400/1990). *Bekännelser*. Skellefteå: Artos förlag.
- Avni-Babad, D. & Ritov, I. (2003). Routine and the perception of time. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 543–550.

- Block, R. A. (1990). Models of psychological time. In R. A. Block (Ed.), *Cognitive models of psychological time* (pp. 141–35). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Block, R. A., Buggie, S. E., & Matsui, F. (1996). Beliefs about time: Cross-cultural comparisons. *The Journal of Psychology*, 130, 5–22.
- Block, R. A. & Zakay, D. (1997). Prospective and retrospective duration judgments: A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 184–197.
- Block, R. A. & Zakay, D. (2008). Timing and remembering the past, the present, and the future. In S. Grondin (Ed.), *Psychology of time* (pp. 367–394). Bingley: Emerald Group Publishing.
- Blom, J. D. (2010). *A Dictionary of Hallucinations*. New York: Springer.
- Boltzmann, L. (1897). Zu Hr. Zermelos abhandlung “Über die mechanische Erklärung irreversibler Vorgänge”. *Annalen der Physik*, 60, 392–398.
- Bschor, T., Ising, M., Bauer, M., Lewitzka, U., Skerstuweit, M., Müller-Oerlinghausen, B., & Baethge, C. (2004). Time experience and time judgment in major depression, mania and healthy subjects. A controlled study of 93 subjects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 109, 222–229.
- Buonomano, D. V. (2007). The biology of time across different scales. *Nature Chemical Biology*, 10, 594–597.
- Buonomano, D. V. (2017). *Your brain is a time machine*. New York: W. W. Norton & Company.
- Chalmers, D. (1998). On the search for the neural correlate of consciousness. In S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott (Eds.), *Toward a Science of Consciousness II: The Second Tucson Discussions and Debates*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Conti, R. (2001). Time flies: Investigating the connection between intrinsic motivation and the passage of time. *Journal of Personality*, 69, 126.
- Davies, P. C. W. & Gribbin, J. (1991). *The matter myth: Beyond chaos and complexity*. London: Penguin Books.
- Doob, L. W. (1971). *Patterning of time*. New Haven: Yale University Press.

- Droit-Volet, S., Chaulet, M., & Dambrun, M. (2018a). Time and meditation: When does the perception of time change with mindfulness exercise? *Mindfulness*, 9, 1557–1570.
- Droit-Volet, S. & Dambrun, M. (2019). Awareness of the passage of time and self-consciousness: What do meditators report? *PsyCh Journal*, 8, 51–65.
- Droit-Volet, S. & Gil, S. (2009). The time-emotion paradox. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 1943–1953.
- Droit-Volet, S., Monceau, S., Berthon, M., Trahanias, P., & Maniadakis, M. (2018b). The explicit judgment of long durations of several minutes in everyday life: Conscious retrospective memory judgment and the role of affects? *PlosONE*, 13, e0195397.
- Droit-Volet, S., Trahanias, P., & Maniadakis, M. (2017). Passage of time judgments in everyday life are not related to duration judgments except for long durations of several minutes. *Acta Psychologica*, 173, 116–121.
- Droit-Volet, S. & Wearden, J. H. (2016). Passage of time judgments are not duration judgments: Evidence from a study using experience sampling methodology. *Frontiers in Psychology, Section Cognition*, 7:176.
- Glicksohn, J., Berkovich-Ohana, A., Mauro, F., & Ben-Soussan, T. D. (2017). Time perception and the experience of time when immersed in an altered sensory environment. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, article 487.
- Goody, W. (1988). *Time and the Nervous System*. New York: Praeger.
- Gruber, R. P. & Block, R. A. (2013). The flow of time as a perceptual illusion. *The Journal of Mind Behavior*, 24, 91–100.
- Guyau, J.-M. (1890). *La genèse de l'idée de temps*. Paris: Félix Alcan.
- Hagura, N., Kanai, R., Orgs, G., & Haggard, P. (2012). Ready steady slow: action preparation slows the subjective passage of time. *Proceedings of the Royal Society*, 279, 4399–4406.
- Hammond, C. (2012). *Time warped. Unlocking the mysteries of time perception*. New York: Harper-Perennial.
- Hawkins, W. L., French, L. C., Crawford, B. D., & Enzle, M. E. (1988). Depressed affect and time perception. *Journal of Abnormal Psychology*, 97, 275–280.

- Ingvar, D. (1991). *Tidspilen*. Lund: Alba.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. London: Mac-Millan and Co.
- Kuhlen, R. G. & Monge, R. H. (1968). Correlates of estimated rate of time passing in the adult years. *Journal of Gerontology*, 23, 427–433.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh*. New York: Basic Books.
- Liu, J. (2017). The B-theory of time and the notion of change in the *Yijing*. *Frontiers in Philosophy in China*, 12, 7289.
- Locke, J. (ca 1700/1975). *An essay concerning human understanding*. Oxford: The Clarendon Press.
- Lundmark, L. (1993). *Tiden är bara ett ord*. Borås: Prisma.
- Martinelli, N. & Droit-Volet, S. (2021). What factors underlie our experience of the passage of time? Theoretical consequences. *Psychological Research*. Published on line 24 March 2021. Available at <https://doi.org/10.1007/s00426-021-01486-6>.
- McGrath, J. J. & OHanlon, J. F. (1968). Relationships among chronological age, intelligence, and rate of subjective time. *Perceptual and Motor Skills*, 26, 1083–1088.
- Michon, J. A. (1985). The complete time experience. In J. A. Michon & J. L. Jackson (Eds.), *Time, Mind, and Behavior* (pp. 20–52). Berlin: Springer-Verlag.
- Muller, T. & Nobre, A. C. (2014). Perceiving the passage of time: neural possibilities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1326, 60–71.
- Murungi, J. (1980). Toward an African conception of time. *International Philosophical Quarterly*, 20, 407–416.
- Naish, P. L. N. (2006). Time to explain the nature of hypnosis? *Contemporary Hypnosis*, 23, 33–46.
- Nakamura, H. (1966). Time in Indian and Japanese thought. In J. T. Fraser (Ed.), *The Voices of Time* (pp. 77–91). Amherst: The University of Massachusetts Press.
- Needham, J. & Ronan, C. A. (1954). *Science and civilisation in China*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Noyes, R. & Kletti, R. (1977). Depersonailization in response to life-threatening danger. *Comprehensive Psychiatry*, 18, 375–384.
- Núñez, R. & Cooperrider, K. (2013). The tangle of space and time in human cognition. *Trends in Cognitive Science*, 17, 220–229.
- Oberfeld, D., Thönes, S., Palayoor, B. J., & Hecht, H. (2014). Depression does not affect time perception and time-to-contact estimation. *Frontiers in Psychology*, 5:810.
- Ornstein, R. E. (1969). *On the experience of time*. Harmondsworth: Penguin.
- Pariyadath, V. & Eagleman, D. (2007). The effect of predictability on subjective duration. *PloS ONE*, 2, e1264.
- Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Philips, I. (2013). Perceiving the passing of time. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 113, 225–252.
- Rutrecht, H., Wittmann, M., & Khoshnoud, S. (2021). Time speeds up during flow states: A study in virtual reality with the video game Thumper. *Timing & Time Perception*, 9, 353–376.
- Sackett, A. M., Meyvis, T., Nelson, L. D., Converse, B. A., & Sackett, A. L. (2010). You're having fun when time flies: The hedonic consequences of subjective time progression. *Psychological Science*, 21, 111–117.
- Sarigiannidis, I., Grillon, C., Ernst, M., & Roisera, J. P. (2020). Anxiety makes time pass quicker while fear has no effect. *Cognition*, 197, 104116.
- Sinha, C. (2014). Living in the model: The cognitive ecology of time – a comparative study. In L. Magnani (Ed.), *Model-based reasoning in science and technology* (pp. 55–73). Berlin: Springer-Verlag.
- Smart, J. J. C. (1980). Time and becoming. In P. van Inwagen (Ed.), *Time and cause* (pp. 3–17). Dordrecht: D. Riedel Publishing Company.
- Stetson, C., Fiesta, M. P., & Eagleman, D. M. (2007). Does time really slow down during a frightening event? *PloS ONE*, 2, e1295.
- Taylor, S. (2020). When seconds turn into minutes: Time expansion experiences in altered states of consciousness. *Journal of Humanistic*

- Psychology*, Special Issue: Anomalous Lifeworlds: Mysticism, Magic and Expanded Consciousness, 1–25.
- Tegmark, M. (2014). *Our mathematical universe: My quest for the ultimate nature of reality*. New York: Alfred A. Knopf.
- Thönes, S. & Oberfeld, D. (2015). Time perception in depression: A meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 175, 359–372.
- Tipples, J. (2018). Increased frustration predicts the experience of time slowing-down: Evidence from an experience sampling study. *Timing and Time Perception*, 6, 220–230.
- van Wassenhove, V., Wittmann, M., Craig, A. D., & Paulus, M. P. (2011). Psychological and neural mechanisms of subjective time dilation. *Frontiers of Neuroscience*, 5, 56.
- Watt, J. D. (1991). Effect of boredom proneness on time perception. *Psychological Reports*, 69, 323–327.
- Wearden, J. H. (2015). Passage of time judgements. *Consciousness and Cognition*, 38, 165–171.
- Weiss, E. R., Todman, M., Pazarc, Ö., Mullens, S., Maurere, K., & Romano, A. C. (2021). When time flies: State and trait boredom, time perception, and hedonic task appraisal. *Psychological Thought*, 14, 150–174.
- Witt, J. K. (2017). Action potential influences spatial perception: Evidence for genuine top-down effects on perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24, 999–1021.
- Wittmann, M. (2013). The sense of inner time: how the brain creates a representation of duration. *Nature Reviews Neuroscience*, 14, 217–223.
- Wittmann, M. (2015). *Wenn die Zeit stehen bleibt*. München: Verlag C. H. Beck oHG.
- Wittmann, M. (2017). *Felt time: The science of how we experience time*. Cambridge: The MIT press.
- Wolpert, D. H. (1992). Memory systems, computation, and the second law of thermodynamics. *International Journal of Theoretical Physics*, 31, 743–785.
- Zakay, D. & Block, R. A. (2004). Prospective and retrospective duration judgments: An executive-control perspective. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 64, 319–328.