



# LUND UNIVERSITY

## Optimal kontroll av en bordtennisboll

Sohl, Christian

*Published in:*  
Pingis (official magazine for the Swedish Table Tennis Association)

2004

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*  
Sohl, C. (2004). Optimal kontroll av en bordtennisboll. *Pingis (official magazine for the Swedish Table Tennis Association)*, 2, 38-38.

*Total number of authors:*  
1

### 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

**Christian Sohl**, 22 år, är nyutexaminerad civilingenjör i teknisk fysik vid Lunds tekniska högskola med inriktning mot matematik och matematisk fysik. I ett projektarbete inom olinjär matematisk fysik, så kallad kaosteori, beskriver han en ingående matematisk modell av en svängande bordtennisracket med en bordtennisboll. Häng med nedan! Christian Sohl har själv varit klass III-spelare i KFUM Kristianstad och är utbildad bordtennistränare.

# Optimal kontroll över en bordtennisboll

**Har ni någon gång funderat på hur man på bästa sätt kontrollerar en bordtennisboll vid bollning med en racket i horisontellt läge?**

Hur ska racketen röra sig för att uppnå så många studsar som möjligt? Bör racketen röra sig snabbt eller långsamt? Vilka lagar styr egentligen hur bollen rör sig, och kan vi på något sätt påverka dessa?

Det är Moder Natur som ställer till det för oss. Hon bestämmer hur bollen skall röra sig i förhållande till racketen. För de flesta naturvetenskapliga problem vi påträffar i vardagen är det mycket svårt att ställa upp en rättvisande matematisk och fysikalisk modell som inte innehåller alltför grova förenklingar och approximationer. När en acceptabel modell uppnåtts behöver man sedan kunna bemästra och tämja den. För att bestämma lösningar till modellen krävs nästan uteslutande numeriska metoder vilka i sig kräver stor datorkapacitet. Med dagens prestanda på persondatorer är det dock möjligt för gemene man att genomföra dessa beräkningar.

Hur förhåller det sig då med en horisontellt svängande bordtennisracket och en studsande boll? Är detta ett problem som går att modellera utan några approximationer eller förenklingar? Det visar sig att så är fallet. En viktig aspekt som måste inkluderas i modellen är luftmotståndets inverkan. På grund av bordtennisbollens ringa

massa i förhållande till dess storlek kan detta ej försummas. Modellen baseras på den celesta mekaniken som utvecklades av Isaac Newton

i slutet av 1600-talet och i början av 1700-talet. Det kan tyckas vara egendomligt att en så pass "gammal" teori håller än idag. De enda förändringarna den genomgått är Einsteins tillägg i början av 1900-talet, vilket korregerar Newtons resultat för farter nära ljushastigheten. För att införandet av en sådan korrektion skall anses befogad i vårt fall krävs det att bordtennisbollens fart är i storleksordningen hundra tusendels km/h!

Utan att förklara ingående storheter och parametrar presenteras de matematiska samband som styr bollens rörelse nedan:

$$\begin{cases} x_{j+1} = A \sin(\omega \sum_{k=0}^{j+1} t_k + \alpha) \\ v_{j+1} = 2Aw \cos(\omega \sum_{k=0}^{j+1} t_k + \alpha) - \left(\frac{mg}{k} + v_j\right) e^{-\frac{k}{m}t_{j+1}} + \frac{mg}{k} \\ 0 = \frac{m}{k} \left(\frac{mg}{k} + v_j\right) \left(1 - e^{-\frac{k}{m}t_{j+1}}\right) - \frac{mg}{k}t_{j+1} + x_j - A \sin(\omega \sum_{k=0}^{j+1} t_k + \alpha) \end{cases}$$

Som synes är dessa samband komplicerade och läsaren bör endast i nuläget betrakta dem som fantasieggande estetik. Det är dessa ekvationer som styr bollens rörelse, var och när den träffar racketen och med vilken fart och acceleration. Utifrån en analys av de resultat som erhålls av en numerisk behandling kan man bland annat bestämma med vilken frekvens (antalet träffar per sekund) racketen bör röra sig för att uppnå maximal kontroll över boll och racket. Med andra ord kan man avgöra hur man bör röra racketen för att med minst ansträngning uppnå en kontrollerad bollning. För vissa frekvenser visar det sig att detta utbyte blir mycket gynnsamt samtidigt som kontrollerbarheten för systemet bibehålls. Dessa frekvenser utgörs i huvudsak av periodiska lösningar (lösningar som upprepar sig med tiden). I figuren nedan ser man tydligt för vilka band sådana lösningar uppkommer.

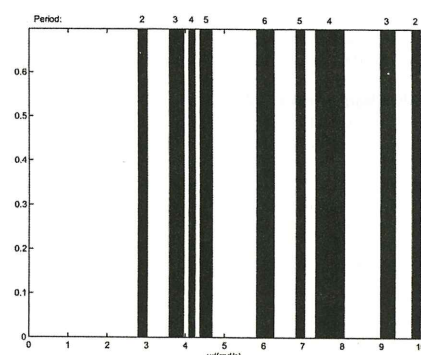
## En eller två träffar i sekunden

Perioden för bollen ges av den övre horisontella axeln, som funktion av vinkelfrekvensen (som är skalad storhet som beskriver antalet träffar per sekund). Man strävar efter att ha en så låg periodicitet som möjligt, vilket resulterar i att cirka 1 träff/sekund till 1.5 träff/sekund är de enda fysikaliskt rimliga lösningarna. Normal frekvens för bollning är cirka 1-2 träffar/sekund. Av detta resonemang kan man härvid dra slutsatsen att den av kompisarna som bollar under längst tid varken är den som rör racketen snabbast eller långsammast, utan den som har en "lagom" fart.

Genom att ytterligare studera lösningarna till den matematiska modellen kan mycket intressant information uppnås om hur bollen uppför sig under rörelsen. Det är vetenskapen som möjliggör denna studie av detta till synes enkla problem. resultaten lär väl knappast förbättra någon bordtennisspelare nämnvärt, men som kuriosas är resultatet både trevligt och spännande.

I framtiden kan man måhända även modellera spelarnas dynamik (rörelse för racketen)

för att på liknande sätt uppnå optimala förhållanden. Tänk er att bemästra racketen så att största skruv med minsta möjliga ansträngning erhålls, vid exempelvis servning. Då skulle kanske till och med de största spelarna få problem...



CHRISTIAN SOHL

**Pingis-BÖRSEN**

Under denna rubrik finner du adress och telefon till "pingisens" olika branscher och produkter.

Kontakta Solveig Engstrand tel 0660-26 61 08, fax 0660-26 61 10.  
E-post: solveig.engstrand@daus.se

### Pingisläger

**Falkenberg BTK/Int. Training Camp 2004**  
V28 4/7-9/7, V29 11/7-16/7,  
V30 18/7-23/7, V31 25/7-30/7

**Uppl: FBTK:s kansli 0346-138 45, fax 136 15.**  
FBTK:s Training Camp  
INTERNET adress:  
www.falkenbergsbtk.com

### Postorder

**SYD SPORT**  
Storgatan 7, 260 51 Ekeby  
Tel 042-775 55  
Företaget med bäst service...!  
Internet: www.sydspport.com  
E-post: sydspport@sydspport.com

**TTEX**  
table tennis expert

**SVERIGES  
BREDASTE  
PINGIS  
SORTIMEN  
BESTÄLL  
KATALOGEN**

Upplandsgatan 39. Stockholm  
Tel: 08-508 804 70  
Fax: 08-508 804 71  
E-post: info@ttex.se  
www.ttex.se

Annonsera i **Pingis-BÖRSEN**  
Tel 0660-26 61 08

**bt-HUSET**

Tel 019-58 23 22  
Fax 019-58 23 45  
E-post: info@bt-huset.com

Beställ Sveriges största postorderkatalog  
eller besök vår web-butik på Internet  
**www.bt-huset.com**