

Status for afstrømningsdata fra 2005 som benyttes i det Marine Modelkompleks.



Lars Storm

Jørgen Bendtsen



**Danmarks
Miljøundersøgelser**

Status for afstrømningsdata fra 2005 som benyttes i det Marine Modelkompleks.

Indhold:

Indledning.....	2
Resultater	2
Østersøen	2
Nordsøen.....	9
Referencer	16

Indledning

Dagsværdier for afstrømningsdata modtages fra SMHI i Sverige for Østersøen inkl. indre danske farvande og fra Bundesanstalt für Gewässerkunde i Tyskland for 4 tyske floder til Nordsøen. Svenske data modtages dagligt, og tyske data hver 14. dag som en middelværdi pr. dag (m^3/s). Data er tilgængelige for partnere i det Marine Modelkompleks og præsenteres grafisk på DMU's hjemmeside¹.

Resultater

Data vises grafisk for hvert delbassin eller flod.

Østersøen

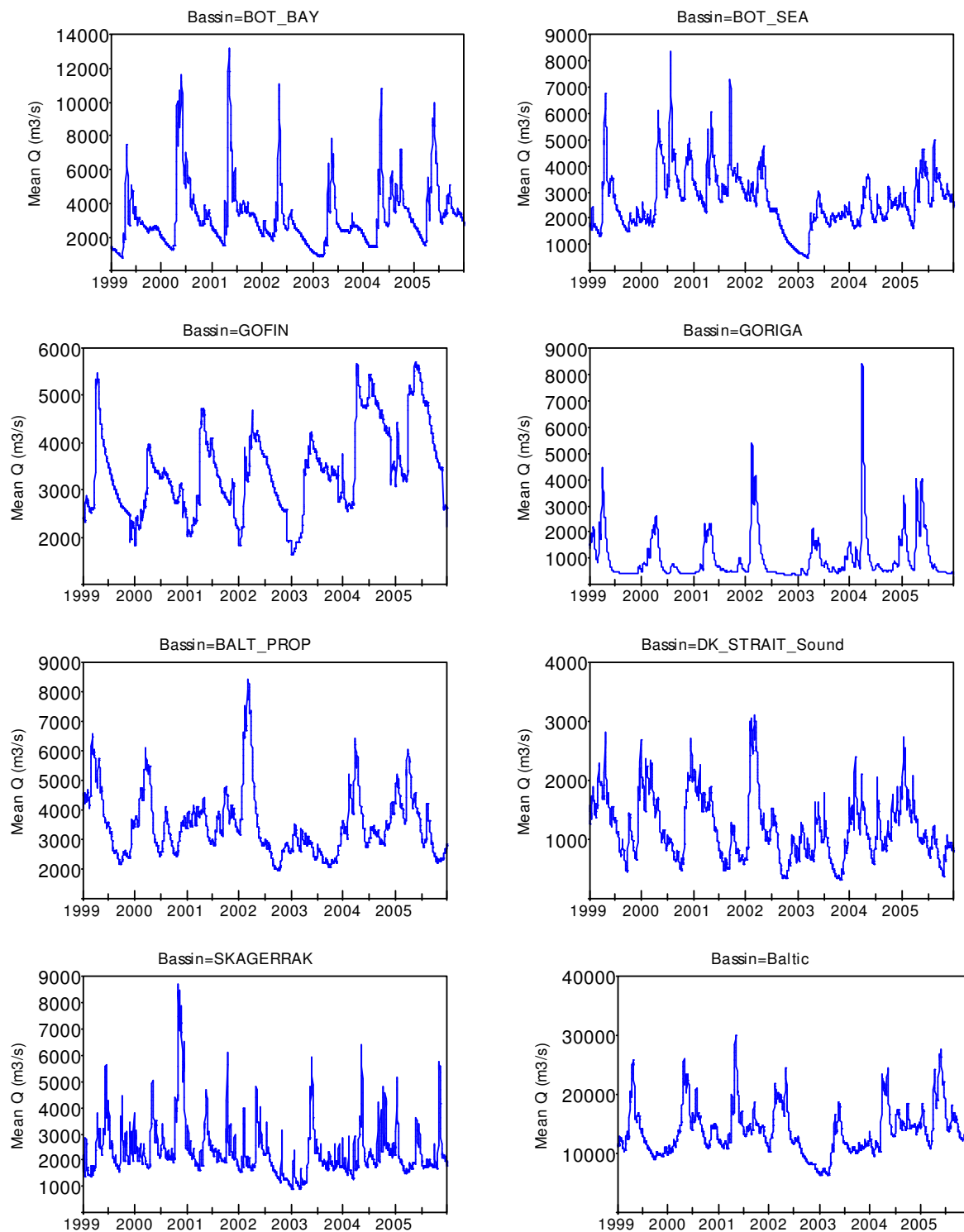
Østersødata er modellerede værdier fra SMHI (REF). Østersødata bliver leveret som dagsværdier fra ialt 50 afstrømningsområder (se forsiden), der summeres til 7 delområder fra den Botniske Bugt i nord til Skagerrak ved randen af Nordsøen. Data findes fra midt-november 1998 og frem, men den korte periode i 1998 er ikke inkluderet i denne analyse. Den tidlige udvikling fra 1999-2005 ses på Figur 1, og sæsonvariationen for 2005 ses på Figur 2.

Figur 1 viser, at der hvert år er en peak-periode, hvor afstrømningen er væsentlig højere end den øvrige del af året. Tidsmæssigt er denne periode oftest sammenfaldende med foråret, når sneen smelter, men lokalt kan der være store forskelle i mængden af vand. Dette niveau er højest i den Botniske Bugt, ca. 10-11.000 m^3/s , mens den Finske Bugt, Baltiske Bugt og Skagerrak ligger på ca. 5000 m^3/s med enkelte afvigende år. Rigabugten og Indre danske farvande har siden 1999 fået tilført op til ca. 2500 m^3/s i forårsperioden. Det Botniske Hav har i enkelte år haft flere store tilførsler, og indtil 2001 har dette niveau været omkring 6-8000 m^3/s . Men i midten af 2002 falder afstrømningen brat og har siden toppet omkring 3500 m^3/s i gennemsnit. Alle afstrømningsområder der leder vand til dette bassin viser en tydelig nedgang i 2002, men langt den største del til dette område stammer fra den vestlige side af det Botniske Hav, altså Sverige og Norge, og det er her man finder niveauspringet efter 2002. SMHI forklarer dette med usædvanlig lav nedbør i slutningen af 2002 og begyndelsen af 2003 i området, ca. 200 mm i aug-feb sammenlignet med 300-440 mm andre år (Pers. komm. Marcus Flarup, SMHI).

Peak-periodens længde varierer fra bassin til bassin. I det Botniske Hav, den Botniske Bugt, Rigabugten og Skagerrak er perioden kortvarig med skarpe toppe, mens den Finske Bugt og Indre danske farvande har længerevarende peak-perioder. Den Baltiske Bugt ligger ca. midt imellem. Enkelte bassiner har flere tydelig toppe i løbet af året, især det Botniske Hav, Indre danske farvande og Skagerrak (se også Figur 2).

¹ Opdateret afbildning af østersødata kan følges her: http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Miljoe-tilstand/3_vand/4_nrt_novana/SMHI_Afstrom.pdf

Opdateret afbildning af nordsødata kan følges her: <http://www.dmu.dk/Overv%C3%A5gning/NOVANA/Det+Marine+Modelkompleks/NRT+Afstr%C3%B8mningsdata/>



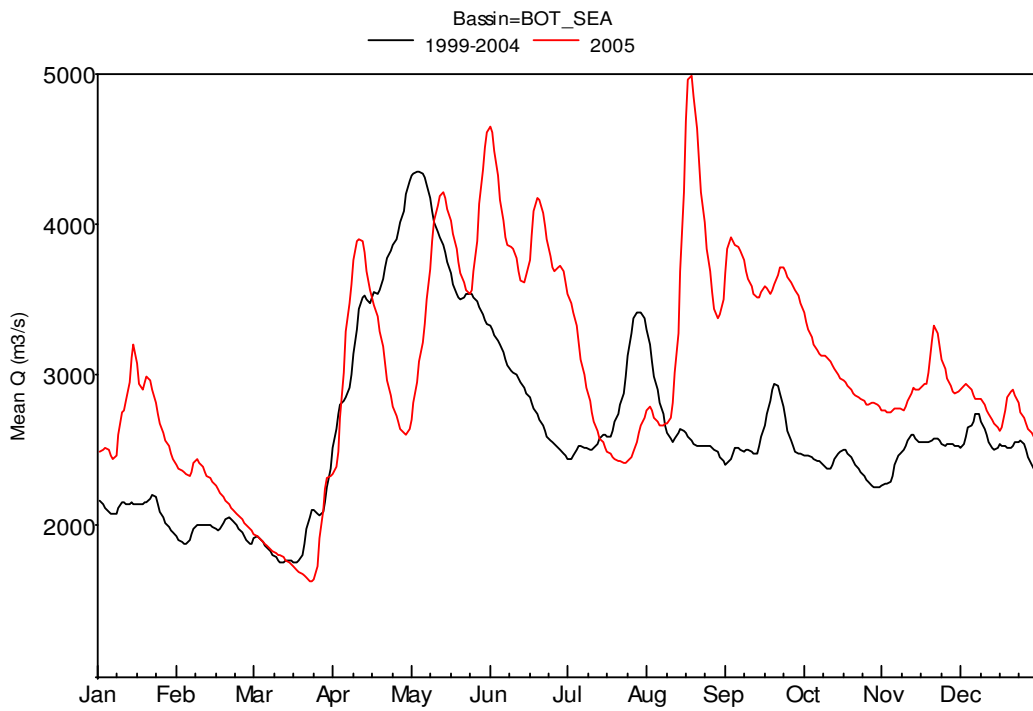
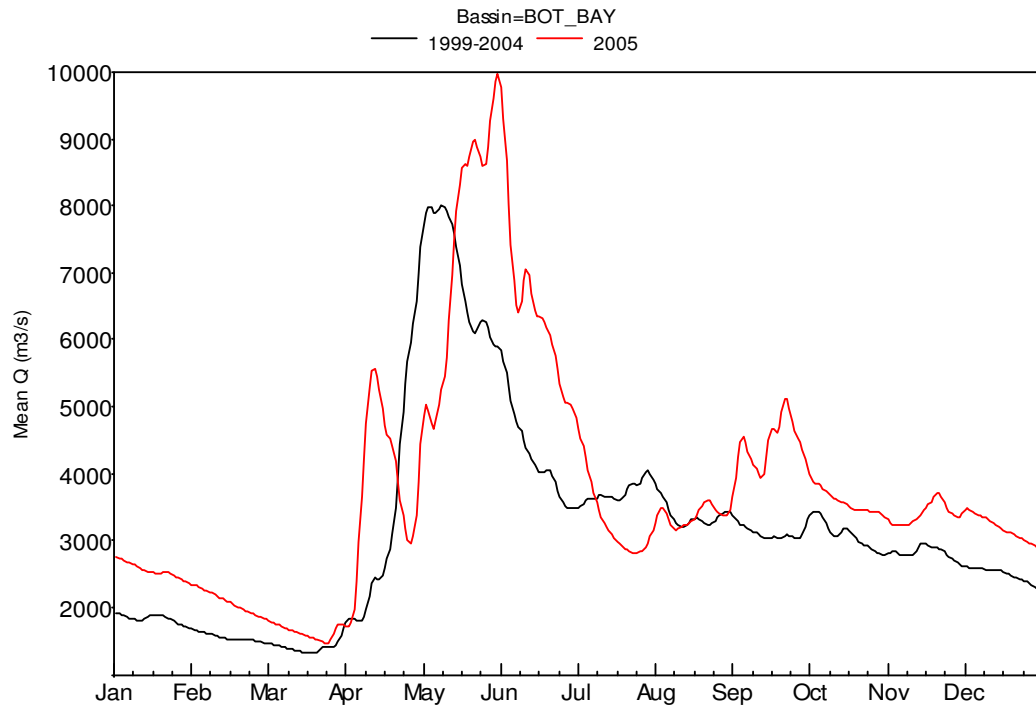
Figur 1. Udviklingen over årene fra 1999 – 2005 for den gennemsnitlige daglige afstrømning summeret til 7 delområder i Østersøen. Bassin=Baltic er samlet afstrømning fra Østersøen til de Indre danske farvande.

Sæsonvariationen over året følger det generelle mønster med et konstant niveau i de første 2-4 måneder af året (Figur 2), og de nordligste områder har et fald i denne del af året. Herefter, typisk i løbet af april for den nordligste del af Østersøen og februar-marts for den sydligste del, sker der en kraftig stigning (peak-perioden).

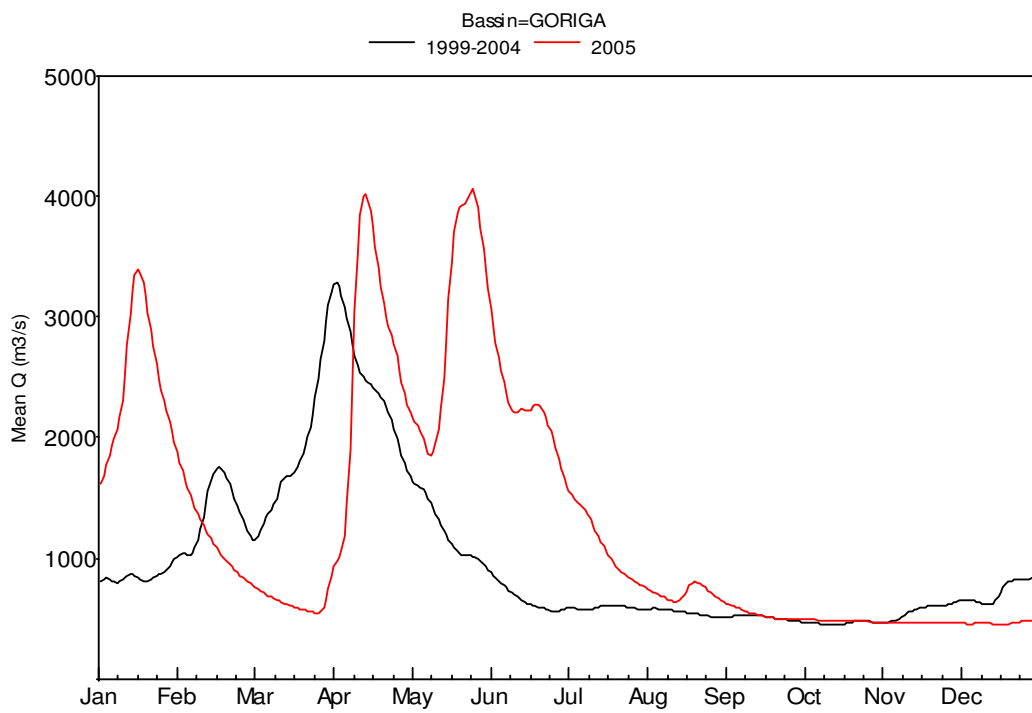
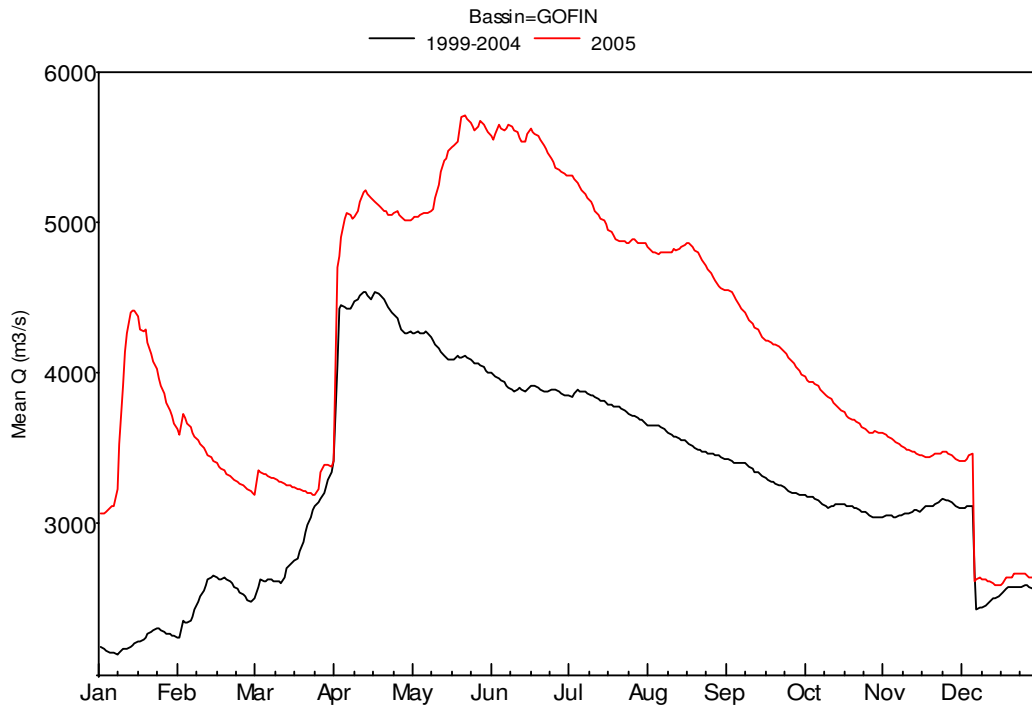
Den Finske Bugt afviger en del mht. sæsonbilledet. SMHI benytter et ”dæmningsmodul” i deres model, som sætter tilførslen fra en sø = 0, når den forventes at have været frosset et stykke tid. Den store russiske sø, Ladoga, har afløb via Neva, der strømmer ud i den Finske Bugt, og søen er frosset en stor del af vinteren fra december-april. I sommerhavlåret, hvor floden strømmer frit, ses et konstant fald fra ca. 4500 til lige over 3000 m³/s. I 2005 lå dette fra ca. 5500 til 3500 m³/s.

Generelt ligger 2005 over den gennemsnitlige afstrømning i årene før for bassinerne nord for den Baltiske Bugt (Figur 2). I den Botniske Bugt og det Botniske hav, ses en begyndende top i starten af april, som stopper og afløses af et fald i 2-3 uger, hvorefter toppen kommer en smule forsinket. Der kommer yderligere en top i august-september og dette gælder for de øvrige bassiner bortset fra den Finske Bugt (ingen sensommer peak) og Skagerrak, hvor der kommer en kraftig efterårstop. De Indre danske farvande har, sammen med Skagerrak, en ekstra top i januar, og året er normalt karakteriseret ved et fald over sommeren fra februar-oktober, afbrudt af en mindre stigning i juli, hvorefter afstrømningen tager til indtil årsskiftet. I 2005 var ”midtsommer-peaken” og efterårsstigningen ca. en måned forsinket.

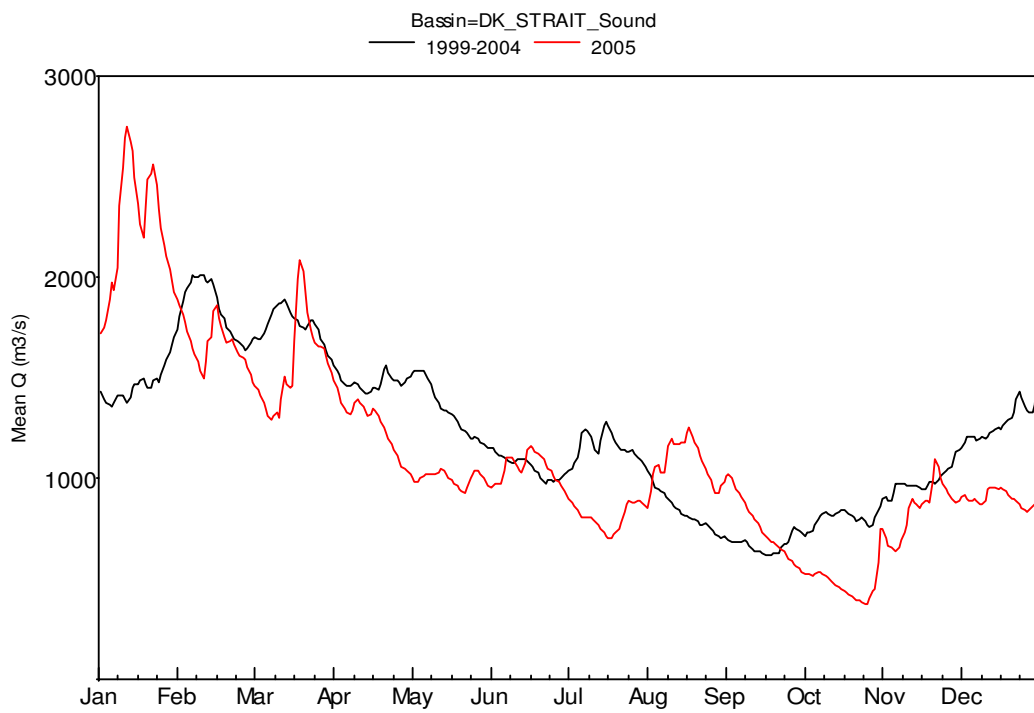
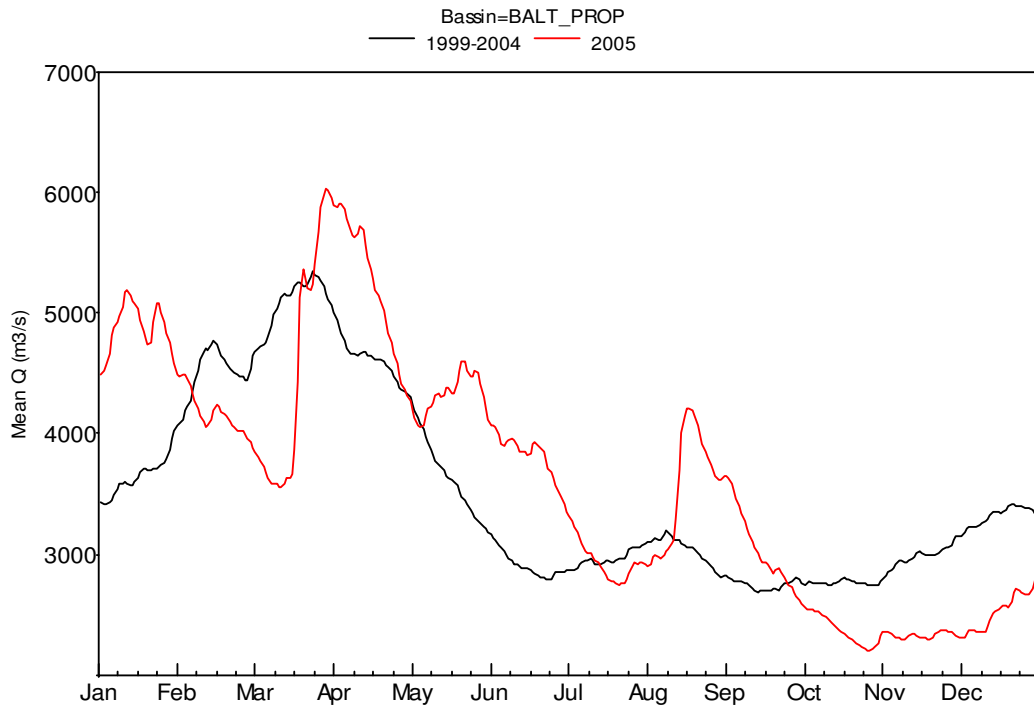
Det to-toppede mønster for 2005 i de nordlige bassiner medfører, at det samlede sæsonbillede fra Østersøen ligeledes har to toppe i april hhv. juni (Figur 2, sidste graf). Januar var også usædvanlig høj. Det samme gælder sensommerens typiske mønster med en lille sensommertop ca. 1. august efterfulgt af et fald, som var forskubbet ca. 3 uger med en top der ligger ca. 3500 m³/s højere end middelværdien for 1999-2004.



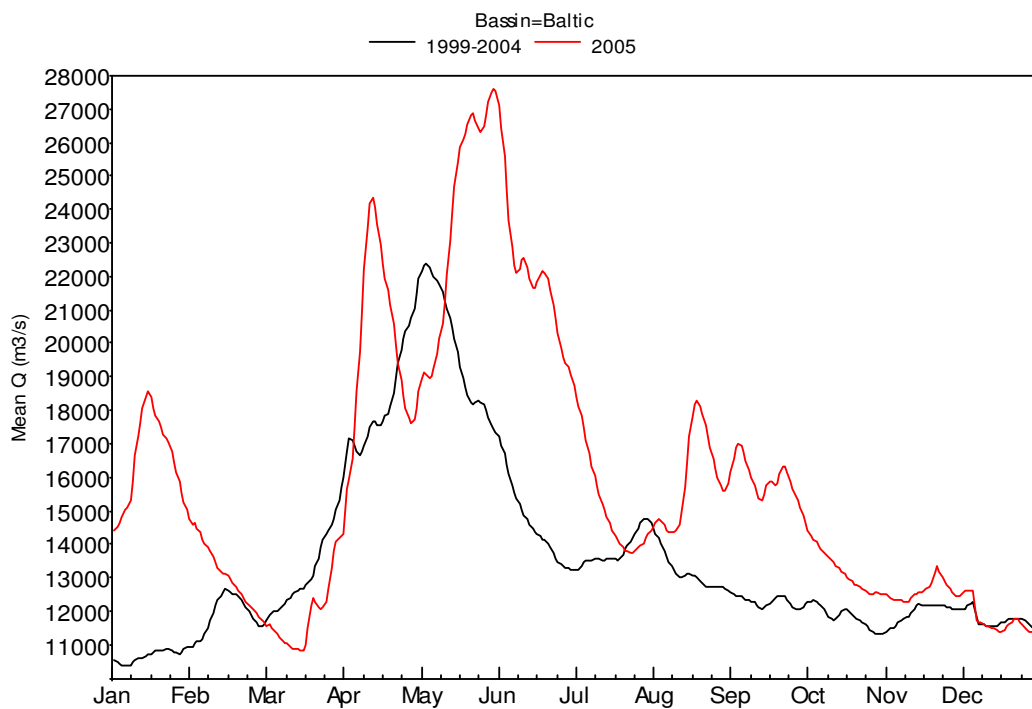
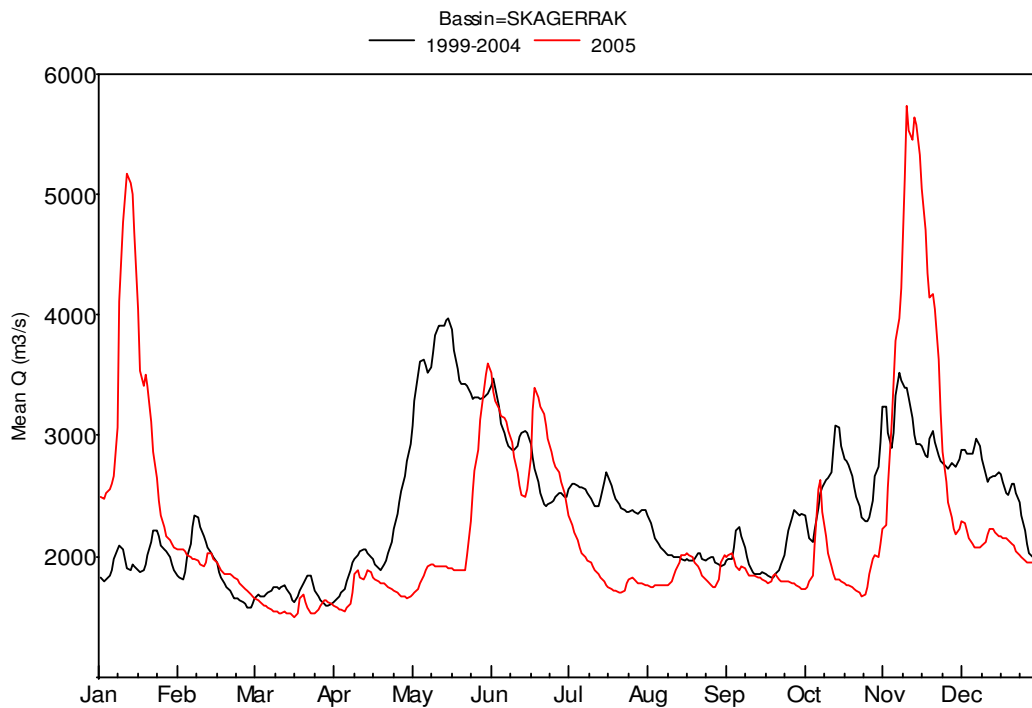
Figur 2. Sæsonvariationen for daglig middel-afstrømning til delområderne i 2005. Perioden 1999 – 2004 er vist med sort.



Figur 2 fortsat. Sæsonvariationen for daglig middel-afstrømning til delområderne i 2005. Perioden 1999 – 2004 er vist med sort.



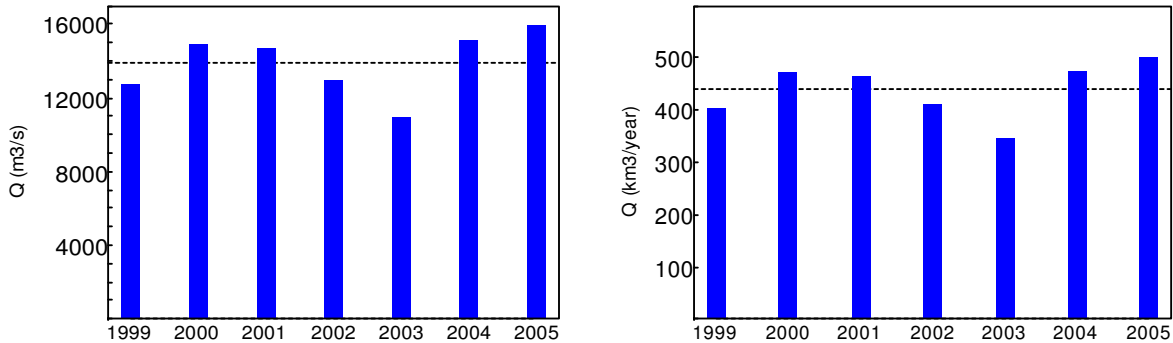
Figur 2 fortsat. Sæsonvariationen for daglig middel-afstrømning til delområderne i 2005. Perioden 1999 – 2004 er vist med sort.



Figur 2 fortsat. Sæsonvariationen for daglig middel-afstrømning til delområderne i 2005. Perioden 1999 – 2004 er vist med sort. Bassin=Baltic svarer til hele Østersøen.

Totalt har Østersøen siden 1999 i gennemsnit tilført de Indre danske farvande $13909 \text{ m}^3/\text{s}$, som akkumuleret giver $439 \text{ km}^3/\text{år}$ (Figur 3). 2003 havde den lavest observerede

afstrømning ($10951 \text{ m}^3/\text{s}$, $345 \text{ km}^3/\text{år}$), og 2005 havde den højeste afstrømning i perioden ($15892 \text{ m}^3/\text{s}$, $502 \text{ km}^3/\text{år}$).



Figur 3. Årlig afstrømning fra Østersøen til de Indre danske farvande som årlig middel afstrømning (m^3/s) og akkumuleret til $\text{km}^3/\text{år}$. Middelværdier for hele den tilgængelige periode (1999-2005) er lagt ind som vandret linje ($13909 \text{ m}^3/\text{s}$ hhv. $439 \text{ km}^3/\text{år}$).

Nordsøen

Nordsø-data er daglige målte værdier af vandføring i 4 tyske floder, Rhinen, Ems, Weser og Elben. Målepunkterne ligger i Tyskland så langt mod kysten, at den mængde vand, der måtte tilføres fra f.eks. Hollandsk territorium antages at være uden betydning. Data findes som dagsværdier fra 1979 og frem. Tidligere data findes som månedsværdier tilbage til 1921 (Weser) på hjemmeside for det russiske "State Hydrological Institute" i Skt. Petersborg². Disse data er tilvejebragt for UNESCO, men indgår ikke i denne analyse (Shiklomanov et al. 2003).

Den tidlige udvikling fra 1979-2005 ses på Figur 4, og sæsonvariationen for 2005 ses på Figur 5. De tyske floder er ligeledes karakteriseret ved at have en ekstrem peak af få dages varighed i løbet af vinteren (november-marts/april), hvorefter der ses et generelt fald over sommeren indtil efteråret.

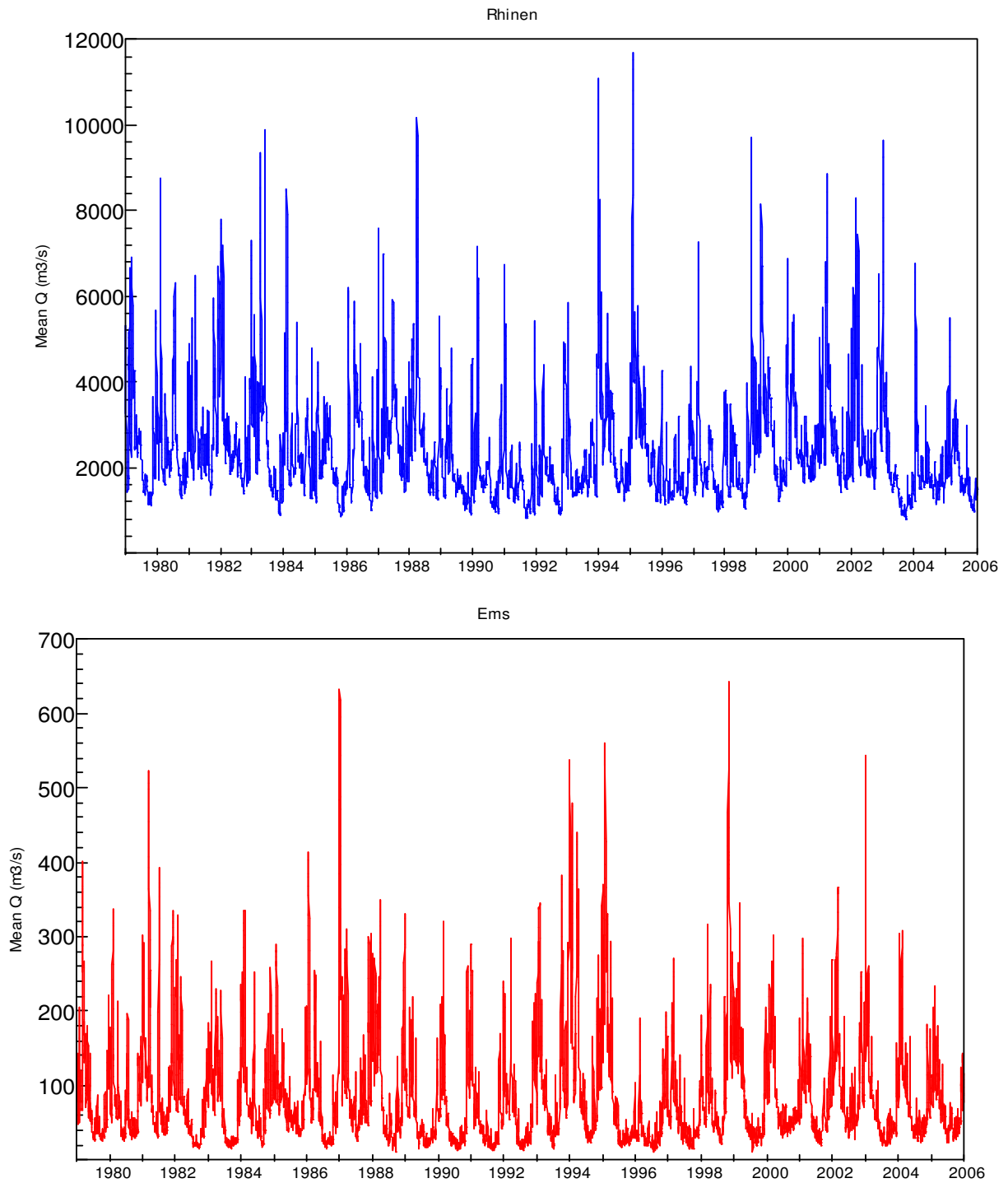
For Rhinens vedkommende, som er den største af floderne, ligger vinter-niveauet typisk omkring $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ med peaks op til over $8000 \text{ m}^3/\text{s}$, højest i 1995 ($11700 \text{ m}^3/\text{s}$), og om sommeren falder niveauet til ca. $2000 \text{ m}^3/\text{s}$. Ems, som er den mindste, ligger omkring $150 \text{ m}^3/\text{s}$ i vintermånederne (maxværdi= $617 \text{ m}^3/\text{s}$ i januar 1987) og har i den tørreste periode fra midt-juni til midt-september en vandføring på ca. $35 \text{ m}^3/\text{s}$. Weser ligger lige efter Ems i forhold til størrelse med lidt svingende værdier i foråret omkring $550 \text{ m}^3/\text{s}$ og havde den maksimalt målte værdi i marts 1981, $2200 \text{ m}^3/\text{s}$. Om sommeren falder vandføringen til knapt $200 \text{ m}^3/\text{s}$ fra juli til sidst i september. Den nordligste flod, Elben, har et forløb med en top der bygger op fra december og frem til først i april til ca. $1200 \text{ m}^3/\text{s}$. Herefter falder vandføringen jævnt frem til starten af juli til et konstant niveau på omkring $450 \text{ m}^3/\text{s}$ indtil november. Maximalt målt værdi i marts 1981: $3550 \text{ m}^3/\text{s}$.

² Rhinen (1936->): http://espejo.unesco.org.uy/part%604/6_europa/germany/6dl%60rhein_at_rees.htm

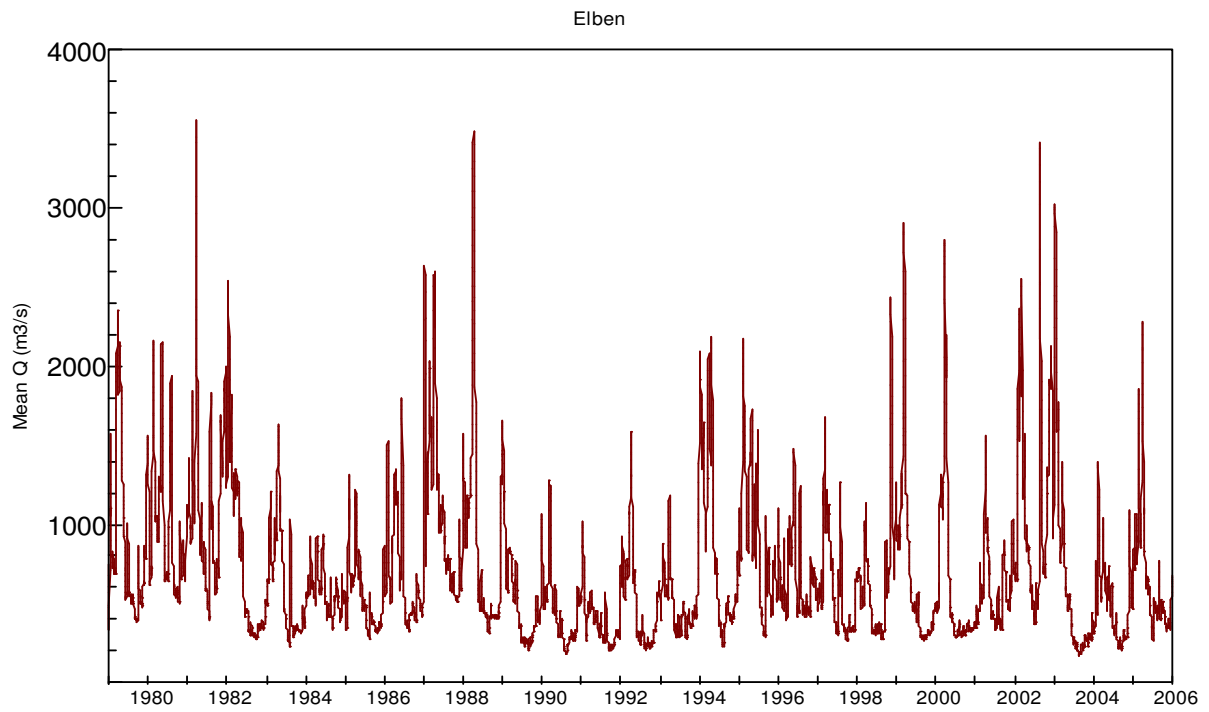
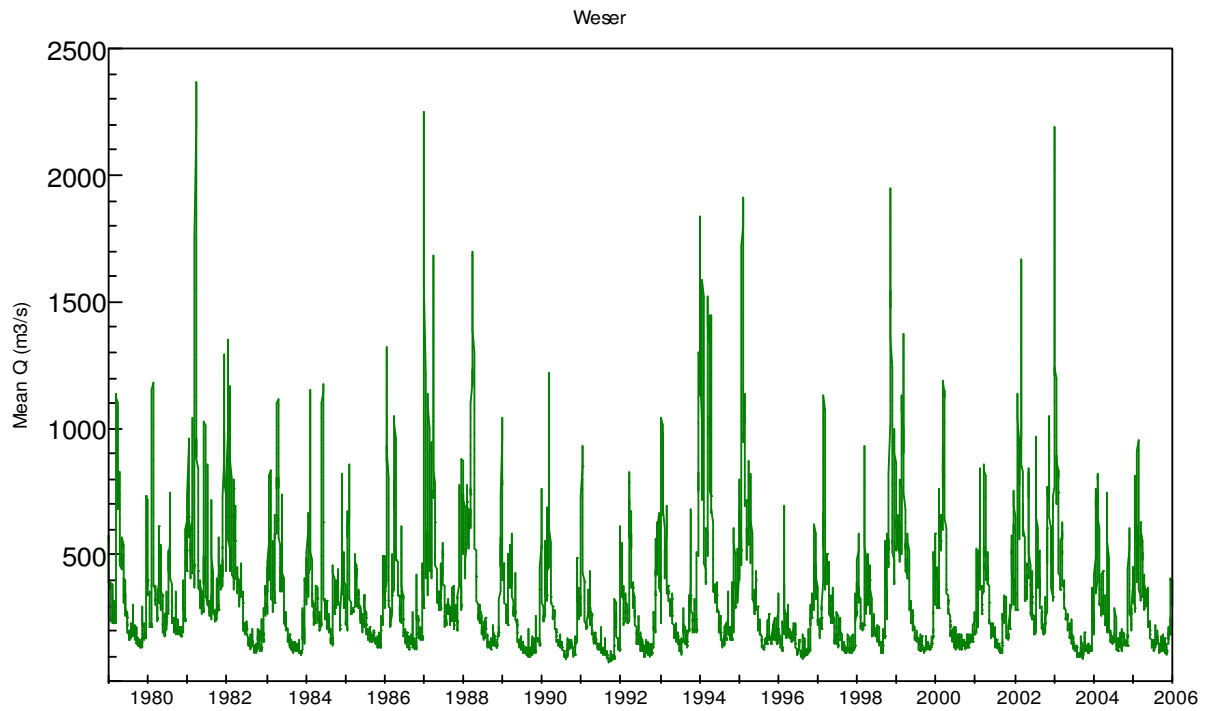
Ems (1980->): http://espejo.unesco.org.uy/part%604/6_europa/germany/6dl`ems_at_verse.htm

Weser (1921 ->): http://espejo.unesco.org.uy/part%604/6_europa/germany/6dl`weser_at_intschede.htm

Elben (1969->): http://espejo.unesco.org.uy/part%604/6_europa/germany/6dl`elbe_at_darchau.htm

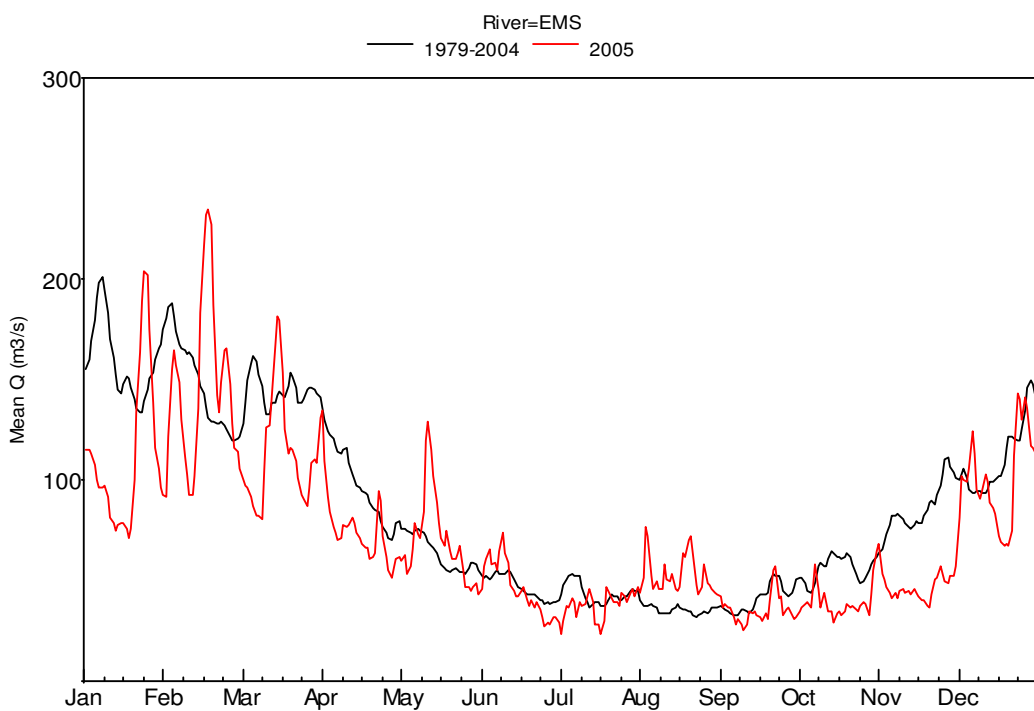
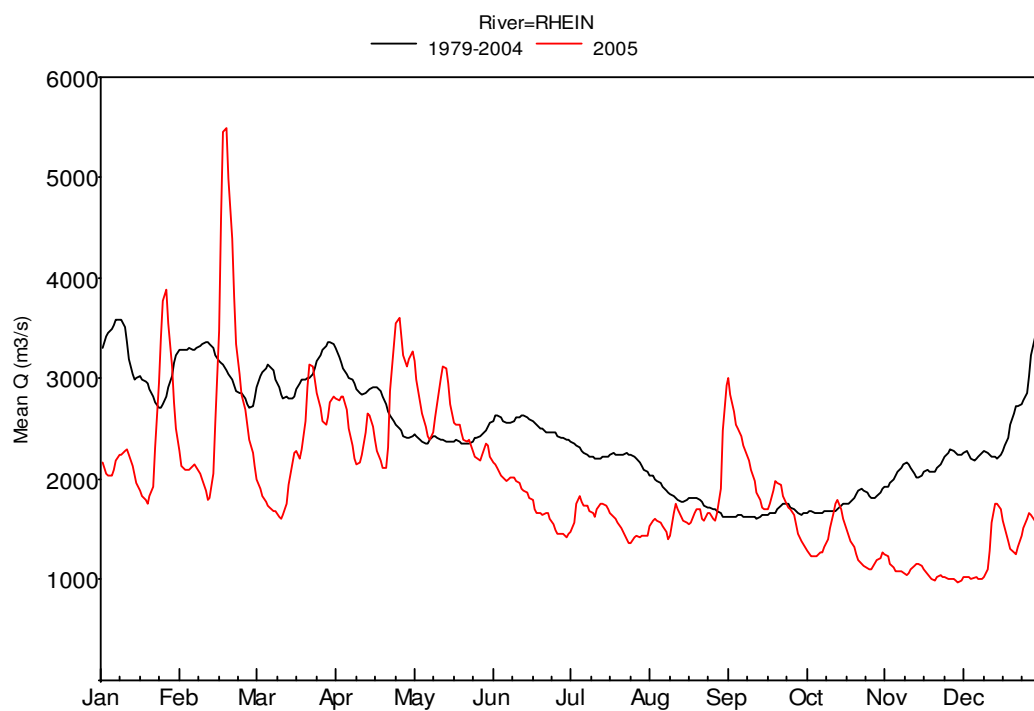


Figur 4. Udviklingen over årene fra 1979 – 2005 for den gennemsnitlige daglige afstrømning til Nordsøen fra tyske floder.

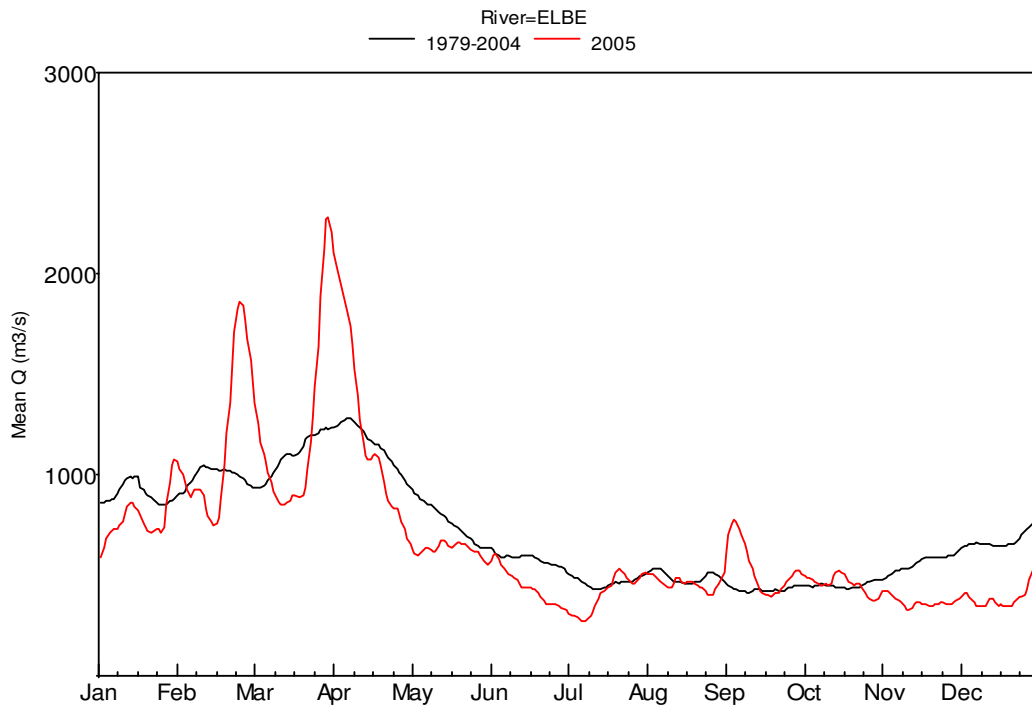
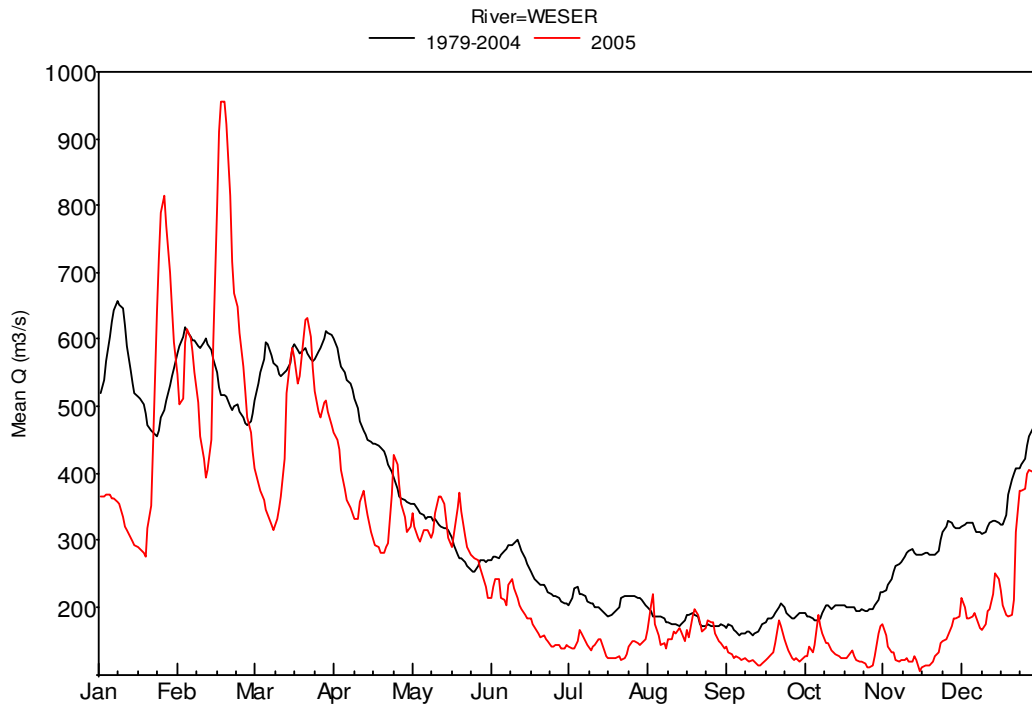


Figur 4 fortsat. Udviklingen over årene fra 1979 – 2005 for den gennemsnitlige daglige afstrømning til Nordsøen fra tyske floder.

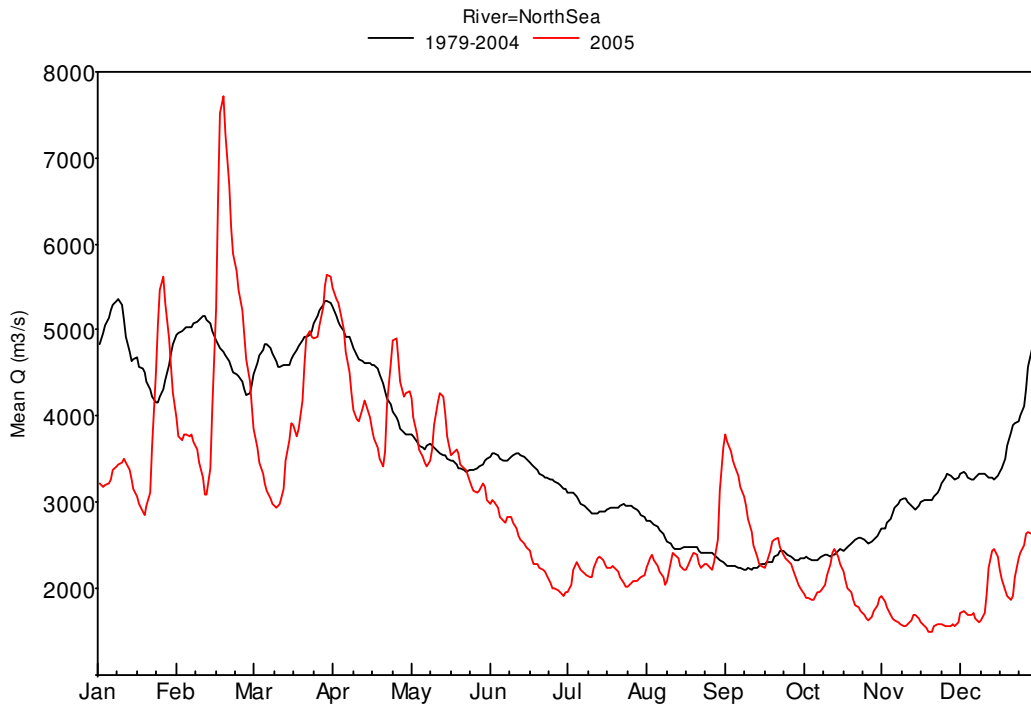
For Rhinen og Weser var der i 2005 to toppe med en smule forsinkelse i starten af året forhold til det generelle sæsonmønster set over hele perioden 1979-2004 (Figur 5.). Ems og Elben følger det langsigtede mønster nogenlunde, og alle floder har peak-værdier der overstiger den daglige middelværdi om foråret. Sommer-niveauet er tilgængelig lavere, specielt for Rhinen og Weser, og efteråret har også usædvanlig lave værdier for alle floder. I september var der 2-3 uger med en vandføring over normalen i Rhinen og Elben. Den samlede tilførsel til Nordsøen følger stort set Rhinen's mønster, blot med et forårsniveau der ligger ca. 2000 m³/s højere pr. dag (Figur 5., sidste graf).



Figur 5. Sæsonvariationen for daglig middel-vandføring til floderne i 2005. Perioden 1979 – 2004 er vist med sort.



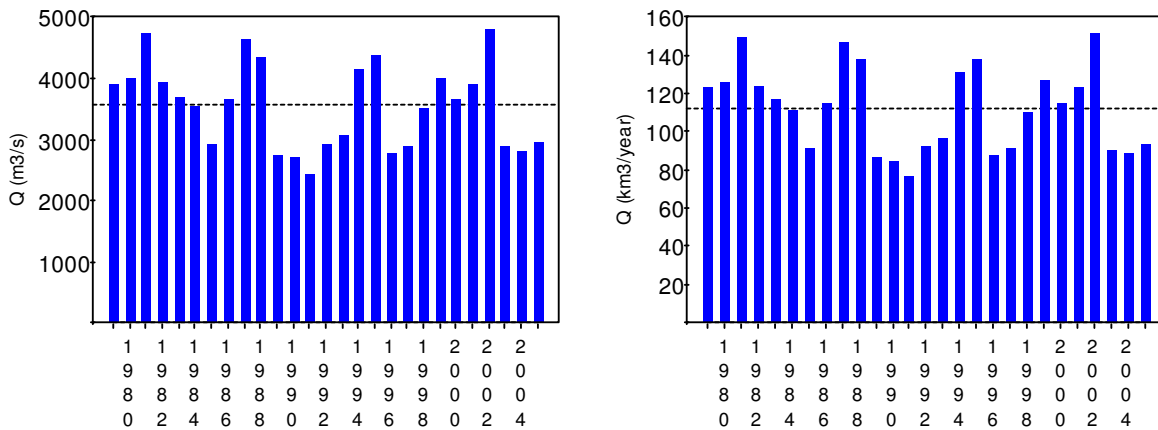
Figur 5 fortsat. Sæsonvariationen for daglig middel-vandføring til floderne i 2005. Perioden 1979 – 2004 er vist med sort.



Figur 5 fortsat. Sæsonvariationen for daglig middel-vandføring til floderne i 2005. Perioden 1979 – 2004 er vist med sort. River=NorthSea svarer til den samlede tilførsel til Nordsøen.

Totalt har floderne i gennemsnit tilført 3556 m³/s om året som svarer til en akkumuleret tilførsel på 112 km³/år (Figur 6). 1991 havde den laveste vandføring (2440 m³/s, 77 km³/år) , og 2002 havde den højeste vandføring i perioden (4809 m³/s, 152 km³/år).

Året 2005 ligger knap 20 km³ lavere i forhold til den akkumulerede middeltilførsel til hele Nordsøen siden 1979 (Figur 6). Dette svarer til en årlig middeltilførsel på 2968 m³/s.



Figur 6. Årlig vandføring fra de fire tyske floder til Nordsøen som årlig middel afstrømning (m/s) og akkumuleret til km³/år. Middelværdier for hele den tilgængelige periode er lagt ind som vandret linje (3556 m/s hhv. 112 km³/år).

Referencer

- I. A. Shiklomanov, V. I. Babkin, N. V. Penkova, V. Y. Georgievsky, I. P. Zaretskaya, A. V. Izmailova, J. A. Balonishnikova, T. E. Grigorkina, T. V. Grube, E. L. Skoryatina, K. V., Tsytsenko, V. P. Yunitsyna (2003). *World Water Resources at the Beginning of the Twenty-First Century*. Cambridge Univ. Press, 450 p.