



NaturErhvervstyrelsen

---

**Vedrørende notat om ”Effekten af randzoner på drænedede arealer med udgangspunkt i tyske randzoneundersøgelser”**

NaturErhvervstyrelsen har i bestilling af 29. oktober 2014 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug i et kort svar forholde sig til konkrete artikler vedrørende tyske undersøgelser, hvor konklusionen synes at være, at der ikke er effekt af drænedede randzoner.

Notatet er udarbejdet af seniorforsker Charlotte Kjærgaard, Institut for Agroøkologi.

---

Med venlig hilsen

Susanne Elmholt  
Seniorforsker, koordinator for myndighedsrådgivning

DCA - Nationalt Center for  
Fødevarer og Jordbrug

Susanne Elmholt

Seniorforsker

Dato: 13. april 2015

---

Direkte tlf.: 87157685

Fax: 8715 6076

E-mail:

susanne.elmholt@agrsci.dk

Journal nr.:

Afs. CVR-nr.: 31119103

Reference: sel

---

Side 1/1

## **Bestilling: Effekten af randzoner på drænedede arealer med udgangspunkt i tyske randzoneundersøgelser**

### **A. Med udgangspunkt i de vedhæftede artikler om forsøg med tyske randzoner ønskes følgende besvaret:**

#### **1. Hvilken betydning har dræning for N-effekten af randzoner**

Effekten af randzoner er grundlæggende bestemt af **en direkte og en indirekte effekt**. Den **direkte effekt** vil være den reduktion i N-udledningen, der skyldes ophør med gødskning og/eller udtagning af landbrugsareal i omdrift, og kan således sidestilles med en braklægnings effekt. Den **indirekte effekt** forekommer, når N i vand der tilstrømmer fra det tilgrænsende areal/mark fjernes ved N-reduktion (denitrifikation) i randzonen (Ranalli and Macalady, 2010). Forudsætningen for at der kan indregnes en indirekte effekt er at (i) randzonen har et højtbeliggende vandspejl (vandmættet i afstrømningsperioden), (ii) der er jordbundsforhold, der kan facilitere N-reduktionen (forekomst af kulstof og/eller reduceret jern), og (iii) at de hydrogeologiske forhold betinger at der faktisk strømmer vand fra det tilgrænsende areal gennem randzonen med tilstrækkelig hydraulisk opholdstid til at muliggøre den bakterielle N-reduktion.

I Holland er de vandløbsnære/grøftede arealer blevet opdelt i hydrogeologiske klasser (Noij et al., 2012) i forhold til hvordan vand strømmer til vandløb/grøft, herunder hvilket betydningen randzonen har i de forskellige hydrogeologiske klasser (skitse Bilag 1). Tilsvarende type af opdeling vil kunne gennemføres for danske forhold. Det fremgår af den Hollandske klassificering at kun på sandede arealer med hældning, hvor sand er direkte underlagt af impermeabel underjord (<1 m) vil der være en vandgennemstrømning igennem den øvre del af randzonen fra det tilgrænsende areal (Bilag 1). Under sådanne forhold har bredden af den vandmættede del af randzonen betydning for vandets opholdstid og dermed N-reduktionseffektiviteten, og N-effekten bør beregnes som både en direkte og indirekte effekt.

For drænedede arealer vil de underjordiske dræn bevirke at den primære vandtransport foregår via dræn, og den diffuse vandgennemstrømning igennem randzonen har dermed ingen/begrænset kvantitativ betydning. Dermed har randzonen eller randzonebredden ingen betydning i forhold til den indirekte N-effekt. Dette er dokumenteret for drænedede lavbundsarealer i de tyske studier hhv. Janssen et al. (2013) samt Kahle et al. (2013), og tilsvarende i andre studier (Noij et al., 2012; Osborne & Kovacic, 1993). For drænedede arealer vil virkemiddelseffekten af randzonen, derfor bero på den direkte effekt som følge af ophør med gødskning og/eller udtagning af landbrugsareal i omdrift.

Den **direkte N-effekt** ved etablering af randzoner er bestemt som forskellen i den gennemsnitlige N-udledning målt i bunden af rodzonen fra det dyrkede areal fratrukket N-udledningen efter konvertering til ikke-dyrket randzone. Denne effekt kan således sidestilles med en braklægnings effekt, hvor effekten dels vil være bestemt af de dyrkningsmæssige forhold i før- og efter situationen, og dels de lokale N-reduktionsforhold i rodzonen. For veldrænedede/veliltede arealer hvor der er en betydende N-udledning fra det dyrkede vandløbsnære areal, og hvor der ikke er en naturlig N-reduktion i rodzonen vil N-effekten ved etablering af randzonen være at sidestille med en braklægnings effekt, og effekten er således proportional med arealet af randzonen. Omvendt vil der for arealer med højt beliggende grundvandspejl (i afstrømningsperioden) typisk kunne forekomme en naturlig kvantitativ betydende N-reduktion. Hvis N-reduktionen forekommer i rodzonen ned til drændybde (1 m), kan den aktuelle N-udledning fra det dyrkede vandløbsnære areal være lav, og den direkte N-effekt ved konvertering til ikke-dyrket randzone vil tilsvarende være lav eller helt uden effekt. Dette er bla. tilfældet i undersøgelser af 5 hydrogeologisk forskellige randzoner på lavbund i Holland (Noij et al., 2012), hvor arealerne er hhv. grønne eller intensivt rødrænedede. I de Hollandske forsøg bliver randzoner med ugødsket græs sammenlignet direkte med dyrket areal i omdrift, og her findes på 4 ud af 5 lokaliteter ingen effekt af etablering af randzone, og på den 5 tørvjordslokalitet findes en mindre effekt på 10% af N-udledningen. Forklaringen på den manglende randzoneeffekt forklares ved at der var på arealerne med høj

grundvandsstand i afstrømningsperioden var en naturlig stor N-fjernelse ved denitrifikation, hvorfor der ikke kunne opnås nogen signifikant N-effekt af den udyrkede randzone. Tilsvarende konklusioner blev fundet i de tyske undersøgelser, hvor det eksperimentelle setup dog viser at der her er tale om dybere grundvandsmålinger, hvorfor der potentielt kan være et N-bidrag til dræn i randzonen (Janssen et al., 2013; Kahle et al., 2013).

**Opsummering:** På drænedede arealer kan N-effekten af randzoner i overvejende grad tilskrives den direkte effekt ved ophør af gødskning og/eller udtagning af areal i omdrift. Drænedede arealer vil oftest være lavpermeable jorde og/eller arealer med periodiske/permanent højt grundvandsspejl, og der kan på sådanne arealer (lavbundsarealer i særdeleshed, men også lerede højbundsjorde) være hydrogeologiske og biogeokemiske forhold der betinger en naturlig N-reduktion i rodzonen. På arealer hvor dette er tilfældet vil den direkte N-effekt af randzonen være begrænset eller ikke eksisterende, som bla. dokumenteret i de ovenfor beskrevne undersøgelser.

Det bør nævnes at der i forbindelse med vedhæftede svar ikke er lavet en fuldstændig afsøgning af den tilgængelige litteratur på området, da bestillingen tog udgangspunkt i resultaterne fra de tyske undersøgelser. Det bør dog være klart at N-effekten af randzoner kan variere fra 0 til den braklægnings effekt der opnås ved udtagning af areal i omdrift.

## **2. Er den effekt der regnes med i de danske randzoner afhængig af at arealerne er drænedede?**

N-effekten af danske randzoner er opgjort af DCE og publiceret i Virkemiddelsrapporten. For virkemidlet "Randzoner (Kronvang et al., 2014)" beskrives at der formodes at være en lille N-retention i de vandløbsnære randzoner, men at dette ikke er undersøgt nærmere. Tilsvarende beskrives at der ikke er datagrundlag til at bestemme den konkrete N-udvaskning fra randzonerne. Det nævnes dog at mange randzoner vil ligge på lavbund med højgrundvandstand. Randzone N-effekten er i Virkemiddelsrapporten alene baseret på N-LES4 beregnede rodzoneeffekter ved udtagning af omdriftsarealer (Jensen et al., 2014). Effekten er beregnet som udvaskning fra omdriftsarealer fratrukket 12 kg N/ha, som blev antaget at være udvaskningen fra et braklagt areal. Udvasnings effekten i rodzonen ved udtagning af omdriftsareal er estimeret til at variere mellem 37 og 74 kg N/ha blandt de 23 hovedvandoplande (Kronvang et al., 2014).

Randzoneeffekten er således alene omgjort som en direkte N-effekt ved ændring af arealanvendelsen (svarende til en braklægnings effekt) og effekten er uafhængig af om arealet er drænet. Den beregnede effekt er dog et meget usikkert estimat i forhold til den lokale virkemiddelseffekt, da den udvasnings estimerede effekt ikke tager højde for de lokale hydro-geologiske forhold, og dermed de lokale N-reduktionsforhold i randzonen. På arealer med højt beliggende grundvandsspejl i afstrømningsperioden kan der forekomme en naturlig kvantitativt betydende N-reduktion i rodzonen og her må den beregnede randzoneeffekt forventes at være betydeligt overestimeret. Dette vil forventes at være tilfældet på mange lavbundsarealer jf. erfaringerne fra de internationale undersøgelser på drænedede lavbundsarealer Noij et al. (2012); Janssen et al. (2013); og Kahle et al. (2013), men vil også kunne forekomme på højbundsjorde afhængigt af de lokale hydrogeologiske forhold. Antagelsen om en lille N-retention i de vandløbsnære randzoner, som beskrevet i Virkemiddelskataloget, er således ikke i overensstemmelse med resultaterne fra de Hollandske og tyske undersøgelser på lavbund.

**3. Hvis effekten af de danske randzoner er uafhængig af at arealet er drænet, er der så en mereeffekt, hvis randzonen ikke er drænet, som ikke er indregnet i den samlede effekt på ca. 1.100 tons N?**

Den estimerede randzone effekt er uafhængig af om arealet er drænet, men må antages at være overestimeret da det angives at en betydelig del af randzonearealet ligger på lavbund, hvor der kan forventes en naturlig kvantitativt betydende N-reduktion. For ikke-drænedede arealer kan der potentielt være en indirekte N-effekt i form af reduktion af N der tilstrømmer fra det tilgrænsende areal. Dette fordrer dog at (i) randzonen har et højtbeliggende vandspejl (vandmættet i afstrømningsperioden), (ii) der er jordbundsforhold (kulstof og/eller reduceret jern) der kan facilitere N-reduktionen, og (iii) at de hydrogeologiske forhold betinger at der strømmer vand fra det tilgrænsende areal direkte gennem randzonen med tilstrækkelig hydraulisk opholdstid til at muliggøre den biologiske N-reduktion, dvs. randzoner med en vis bredde. Ifølge den Hollandske klassificering kræver dette særlige hydrogeologiske forhold hvor sand er underlagt af impermeabel underjord (<1 m) (Noij et al., 2012). I Holland vurderes denne hydrogeologiske klasse til 2,4% af det samlede areal. Der er ikke foretaget en tilsvarende hydrogeologisk kortlægning i Danmark, og den potentielle indirekte effekt kan derfor ikke opgøres.

**4. Har AU et skøn over fordelingen af hvor stor en andel af de ca. 25.000 ha randzoner der er drænedede?**

I Danmark vurderes ca. 50% af landbrugsarealet at være drænet (Olesen, 2009), hvor det fortrinsvis er lerede jorde og lavbundslande, men der findes pt ingen opgørelse over hvor stor en andel af de ca. 25.000 ha randzoner, der er drænedede/ligger i tilknytning til drænedede arealer. I forhold til kvantificering af virkemiddelseffekten, vil det dog være mere relevant at kortlægge reduktionsforholdene i de vandløbsnære arealer.

**5. Det fremgår at tidligere korrespondance med AU (Gitte Blicher-Mathiesen, DCE), at de tyske undersøgelser bidrager til at forstå at hydrologien har betydning for effekten af randzoner. Betyder det, at man i fremtiden vil kunne identificere randzoner med høj/lav effekt på baggrund af de hydrologiske forhold?**

Det er ikke nyt at hydrologien og de hydro-biogeokemiske forhold i randzonen har betydning for N-effekten, og der findes et betydeligt omfang af international videnskabelig litteratur der beskriver dette (Osborne & Kovacic, 1993; Noij et al., 2012). En hydrogeologisk klassificering af arealer efter den Hollandske model kombineret med viden om N-reduktionsforhold/N-reduktionshastighed i randzonen vil kunne kvalificere udpegning af arealer, hvor der kan opnås en virkemiddelseffekt, samt bidrage til en mere korrekt kvantificering af denne effekt. Der vil dog være et meget betydeligt arbejde i at opnå dette vidensgrundlag.

**B. Et enkelt spørgsmål rettet mod den nuværende vurdering af N-effekten (ca. 1.100 tons N) af randzoner udlagt i medfør af randzonenloven (ca. 25.000 ha)**

**1. Ved samme lejlighed ønskes en kort forklaring på hvilke faktorer der er bestemmende for den varierende effekt af randzoner der er i de forskellige vandoplande, som er gengivet i bilag 3 i DCE Teknisk rapport nr. 43 (2014): "Fastsættelse af baseline 2021". Det fremgår af rapporten side 14 at forskellen er begrundet i mængden af nedbør og perkolation, men er disse faktorer alene afgørende for at effekten af randzoner er forskellig i de enkelte vandoplande?**

Der henvises til en DCE Teknisk rapport nr. 43 (2014). Det anbefales at DCE besvarer det specifikke spørgsmål.

## Referencer

Kronvang, B.; Andersen, H.E.; Baatrup-Pedersen, A.; Jensen, P.N.; Rasmussen, J.; Hasler, B.; Martinsen L.; Møller, F. (2014). Randzoner. I Eriksen et al. (2014). Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering DCA rapport, nr. 52, 2014  
<http://web.agrsci.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&id=1188>

Janssen, M.; Frings, J.; Lennartz, B. (2013). Haben Gewässerrandstreifen an einem gedränten Ackerstandort einen Einfluss auf die Nitratkonzentrationen im Grundwasser? – Eine Prozessstudie auf Feldebene in Mecklenburg-Vorpommern. DOI:10.5675/HyWa\_2013,2\_1

Jensen et al. (2014). Der henvises til kilden i Kronvang et al. (2014), men den findes ikke i referencelisten.

Kahle, P.; Schönemann, S.; Lennartz, B. (2013). Wirksamkeit von Gewässerrandstreifen auf Nitrateinträge in Oberflächengewässer gedränter Tieflandeinzugsgebiete. DOI:10.5675/HyWa\_2013,2\_2

Noij, I.G.A.M.; Heinen, M.; Heesmans, H.I.M.; Thissen, J.T.N.M.; Groenendijk, P. (2012). Effectiveness of unfertilized buffer strips for reducing nitrogen loads from agricultural lowland to surface waters. Riparian buffer strips as a multifunctional tool in agricultural landscapes. *J. Environmental Quality* 41:322-333 doi:10.2134/jeq2010.0545

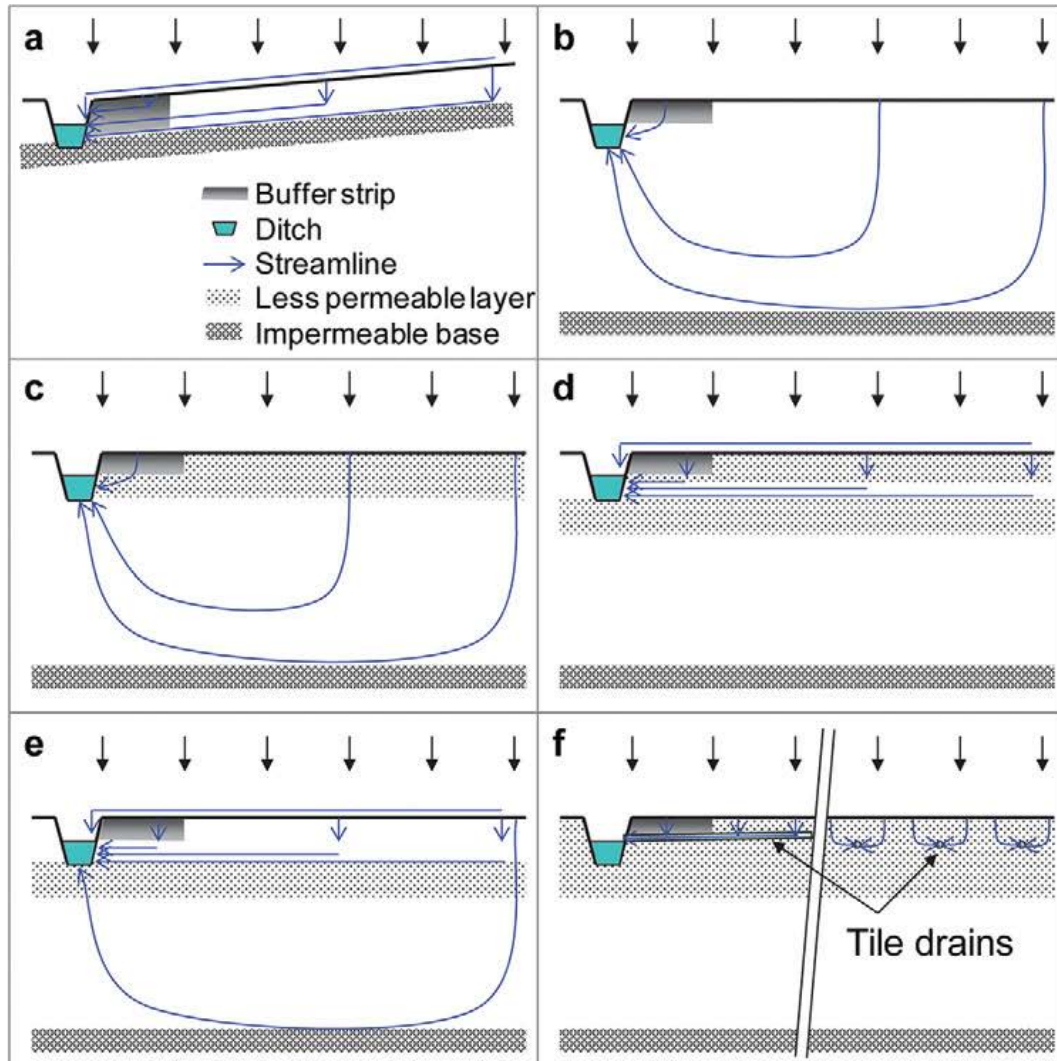
Olesen, S.E. 2009. Kortlægning af potentielt dræningsbehov på landbrugsarealer opdelt efter landskabselement, geologi, jordklasse, geologisk region samt høj/lavbund. DJF Intern Rapport Markbrug 21

Osborne, L.L. & Kovacic, D.A. (1993). Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management. *Freshwater Biology* 29:243-258.

Ranalli, A.J. & Macalady, D.L. (2010). The importance of the riparian zone and in-stream processes in nitrate attenuation in undisturbed and agricultural watersheds: A review of the scientific literature. *J. Hydrol.* 389:406-415. doi:10.1016/j.jhydrol.2010.05.045.

## Bilag 1

Skitse af hydrogeologiske klasser og strømningsveje (fra Noij et al., 2012)



**Figure 1.** Hydrogeologic classes in the Netherlands (Van Bakel et al., 2007) with expected flow paths (a) *Shallow sand*: sandy aquifer with slope on impermeable subsoil <1 m below soil surface (bss), area 2.4%. (b) *Deep sand*: deep sandy aquifer, area 33.5%. (c) Sandy aquifer with less-permeable top soil, area 1.4%. (d) *Holland peat*: less-permeable deep aquifer in peat soil, area 12.8%. (e) *Interrupted sand*: deep sandy aquifer, interrupted by less-permeable loam layer, area 16.1%. (f) *Holland clay*: less-permeable deep aquifer in tile drained clay soil, area 33.7%. Noij et al. (2012)