

AgroDrive är ett centrum för fossilfri energi inom jordbruk och livsmedel som leds av RISE Research Institutes of Sweden. Inom centrumet har Energifabriken, Yara och RISE utforskat hur användningen av fossil energi i primärproduktionen kan minimeras och hur mycket växthusgasutsläppen kan sänkas redan idag, med både befintlig teknik, innovationer och beprövade åtgärder.

RISE (Research Institutes of Sweden) är Sveriges statliga forskningsinstitut som stödjer näringsliv och samhälle genom tillämpad forskning, innovation och testning inom en rad teknik- och hållbarhetsområden.

Energifabriken är ett lantbrukarägt bolag som producerar och distribuerar förnybar energi till drivmedel, industri och uppvärmning. Fossilfria produkter som Ecobränsle RME, HVO100 bioolja och fordonsladdning levereras till kunder i hela Sverige.

Yara är en global växtnäringsproducent med 140-åriga rötter i Sverige som arbetar för ett effektivt och hållbart jordbruk genom effektiv tillverkning, användning av förnybar energi och utveckling av teknik för precisionsodling.

Världens klimat-smartaste raps?

Så odlar vi framtidens fossilfria råvara!



RI
SE



RI
SE

Här växer framtidens bränsle – med minimalt klimatavtryck

Hur mycket kan vi minska lantbrukets klimatpåverkan och beroende av fossil energi redan idag? Genom att minimera användningen av fossil energi i varje steg – från odling till färdigt bränsle, visar Energifabriken och Yara, inom centrumbildningen AgroDrive, hur man kan producera raps med ett avsevärt lägre klimatavtryck än dagens genomsnitt.

På den västra delen av Östgötaslätten ligger gårdarna Jolstad, Kasta och Smedberga. Under odlingsåret 2025 har raps odlats här på ca 100 ha, med målet att slutligen producera den förnybara drivmedlet RME (Rapsmetylester), genom att odla så klimatsmart som möjligt och minimera användningen av fossil energi och insatsvaror.

Klimatberäkningar på odlingarna visar att det redan idag är möjligt att producera raps med avsevärt lägre klimatavtryck än dagens genomsnitt. Med hjälp av både nya innovationer och beprövade åtgärder kan resurseffektiviteten öka och de totala växthusgasutsläppen från odlingen minska med cirka 30 %. När rapsen sedan förädlas till RME och ersätter diesel som drivmedel, innebär det en minskad klimatpåverkan på 75-80 %.

Lösningarna finns – nu behöver de skalas upp! Med gemensamma insatser längs hela värdekedjan kan fossilberoendet i lantbruket reduceras kraftigt, vilket både stärker vår beredskap och gynnar Sveriges klimatarbete. Men för att lyckas måste investeringar och efterfrågan växa tillsammans.



Kasta gård

Energifabriken's gårdar

Kasta gård, 720 ha
Växtodling med inriktning på utsädesproduktion.

Jolstad gård, 220 ha
Växtodling med inriktning på ekologisk och konventionell odling.

Smedberga gård, 320 ha
Växtodling med inriktning på konventionell produktion.

Så kan klimatavtrycket i odlingen sänkas med 30%

Genom riktade förbättringar i odlingskedjans samtliga led är denna raps betydligt mindre fossilberoende och har ett lägre klimatavtryck än traditionellt odlad raps. Nedan redovisas vilka åtgärder som tillsammans möjliggör de positiva resultaten.

- **Övergång till RME och HVO i maskiner och transporter**
medför kraftig minskning av utsläppen i fältarbetet.

- **Reducerad jordbearbetning och direktsådd**
minskar både energianvändningen och avgång av växthusgaser från marken.

- **Recirkulerad växtnäring**
Gårdarna strävar efter att använda så mycket organiska gödselmedel som möjligt.

- **Test av mineralgödsel producerad med förnybar energi**
Under 2025 har gårdarna använt Yara Climate Choice, ett mineralgödsel producerat med förnybar energi. Detta har stor påverkan på klimatavtrycket från odlingen, då utsläppen av växthusgaser från gödseltillverkningen minskar med ca 90%.

- **Precisionsgödsling med hjälp av digitala verktyg och satellit** ökar utbytet i de insatser som görs. Det är viktigt att övergången till förnybara gödningsalternativ alltså sker effektivt.

- **Fossilfri torkning av spannmål och fossilfri uppvärmning**
Till torkningen används förnybar energi främst i form av flis eller träpellets. Tidigare användes RME eller HVO i befintliga oljepannor, men övergången till fasta träbränslen sänkte kostnaden jämfört med RME och HVO.

- **Förnybar el**
Gårdarna har solceller och abonnemang med förnybar el.

- **Krav på förnybara bränslen i lastbilstransporter in och ut från gårdarna**
I det här projektet har också båttransporten av gödsel till Sverige skett med RME.



Satellitkarta från Atfarm visar rapsens varierade växtnäringsbehov.



Erfarenheter, utmaningar och möjligheter

Att odla på det här sättet har lett till flera viktiga insikter och lärdomar. Här sammanfattar vi dessa och lyfter samtidigt fram de hinder som begränsar en bredare omställning till minskat fossilberoende och klimatsmart odling.

- Intresset för förnybar primärproduktion är stort. Men det är svårt att kommunicera och bibehålla mervärden från primärproduktion till slutkonsument och därmed bära de ökade kostnaderna. Affärsmodeller för att hantera detta effektivt genom hela värdekedjan saknas idag.
- Mineralgödsel baserad på förnybar energi är givetvis dyrare än konventionell, men bidrar med stor klimatnytta.
- Åtgärder för att minska förbrukningen av energi, som reducerad bearbetning eller precisionsodling, är i regel lönsamma.
- Förnybara bränslen ger en kostnadsökning jämfört med vanlig diesel. Särskilt de senaste åren när priset på fossil energi subventionerats hårdare.
- Att ställa krav på lastbilstransporter till och från gården kan vara obekvämt till en början, men fungerar över lag bra.
- Ökad beredskap. Att minska beroendet av fossil energi genom t.ex. solceller på gården, träbränslen för uppvärmning, högre andel organiska gödselmedel, och ökad inhemsk produktion av RME och biogas, bidrar både till ökad beredskap och klimatnytta.
- Att fokusera på hög skörd och samtidigt vara resurseffektiv medför högre klimatnytta än att enbart försöka minska utsläppen av växthusgaser. Ökad fotosyntes trumfar ofta utsläppsökningar.
- Fossilfrihet inom lantbruket är idag inte en teknisk utmaning - utan en politisk.

Gödseln står för det största klimatavtrycket - men påverkan kan minimeras

En viktig princip för relationen mellan samhälle och jordbruk är att recirkulation av växtnäring sker i så stor utsträckning som möjligt. Det sker redan idag genom användningen av stallgödsel och rötresten från t.ex. biogasproduktion, men detta räcker inte för att täcka grödans näringsbehov. Den största delen av växtnäringen måste tillgodoses genom användning av mineralgödsel som anpassas till grödans varierande behov.

I detta projekt användes Yaras mineralgödsel Yara Climate Choice, både i form av den grödanpassade Yara Mila Raps och Yara Bela Axan, baserade på ammoniak tillverkad med biogas. Dessutom tillfördes extra kaliumgödsel på vissa fält, och en del stallgödsel på några fält på Kasta gård. För att anpassa och optimera alla gödslingar efter sådd användes precisionsverktyget Atfarm. Det är ett satellitbaserat verktyg som analyserar grödans reflektans och beräknar biomassa och upptagen mängd kväve i varje punkt på fältet. Leveranskedjan av gödseln från fabrik till gård har skett utan fossila bränslen: Båttransport från fabrik skedde med RME medan hamnkran och gödselterminalen i Norrköping drevs med HVO och förnybar el.



Flera åtgärder kan sänka klimatpåverkan av gödslingen:

- **Mineralgödsel baserad på förnybar energi**

Ammoniak, som är den viktigaste råvaran för gödseltillverkning, tillverkas av vätgas som här framställs med förnybar energi i stället för naturgas, vilket annars är den mest utbredda metoden idag. Gödseln som använts i projektet är producerad av biogas. Ytterligare en metod för att ersätta naturgas är att producera vätgas m.h.a. elektrolysörer som drivs av vatten- och vindkraftsbaserad elektricitet. Båda metoder ger stora utsläppsreduktioner, ca 90%, men till en ökad kostnad i storleksordningen 1–2 tkr/ha jämfört med en fossilbaserad produkt.

- **Grödanpassat gödselmedel med rätt växtnäringssammansättning**

Detta minskar risken att rapsens tillväxt bromsas av andra näringsämnen såsom fosfor, kalium, svavel, magnesium, bor, m.m. och säkrar att tillväxtpotentialen utnyttjas, vilket sänker den totala klimatbelastningen per ton skördad vara.



- **Precisionsgödsling med hjälp av digitala verktyg och satellit**

Beslutsstöd som beräknar rapsens växtnäingsbehov över säsongen och dessutom anpassar tillförseln till behovet på varje del av fältet. Skörden ökar med högre gödselmängd där behovet är större, men gödsel sparas samtidigt där behovet är mindre. Växtnäringen omfördelas därmed över fältet och skördad mängd växtnäring ökar i förhållande till tillförd mängd. NUE-kvoten, Nutrient Use Efficiency, stiger och därmed minskar risken för outnyttjat kväve och förluster till omgivningen efter säsongen.

- **Stallgödsel / biogasrest**

Dessa gödningsmedel har inte samma klimatpåverkan från tillverkningen som mineralgödsel, men ur ett systemperspektiv gör det ingen skillnad om den används i rapsen eller till annan gröda, då den ändå alltid utnyttjas fullt ut. Spridningstekniken kan dock variera utifrån val av gröda, vilket också kan påverka effektiviteten och klimatpåverkan av gödslingen.

- **CCS-baserat gödselmedel**

Ett annat alternativ för att framställa mineralgödsel med lägre klimatavtryck är att använda s.k. CCS-teknik (Carbon Capture and Storage) och fånga in koldioxiden från ammoniakproduktionen. Detta minskar klimatpåverkan, men processen är fortfarande baserad på fossil energi.

Hur klimatsmart blir rapsen?

RISE har gjort förenklade klimatberäkningar enligt EU:s förnybart direktiv (RED II) av höstraps odlad på Kasta och Jolstad gård för odlingsåret 2025. Beräkningarna inkluderar tillverkning av insatsvaror för odlingen, och alla moment på gården fram till gårdsgrind, där torkning på gården ingår i samtliga fall. Beräkningarna är jämförbara med officiella referensvärden för regionen och är publicerade på AgroDrives webbplats (ri.se/agrodrive).

Tre odlingssystem med klimatåtgärder har analyserats, och jämförts med motsvarande odling utan klimatåtgärder:

- Jolstad, konventionell jordbearbetning
- Kasta, konventionell jordbearbetning
- Kasta, direktsådd

De klimatåtgärder som inkluderats i beräkningarna är:

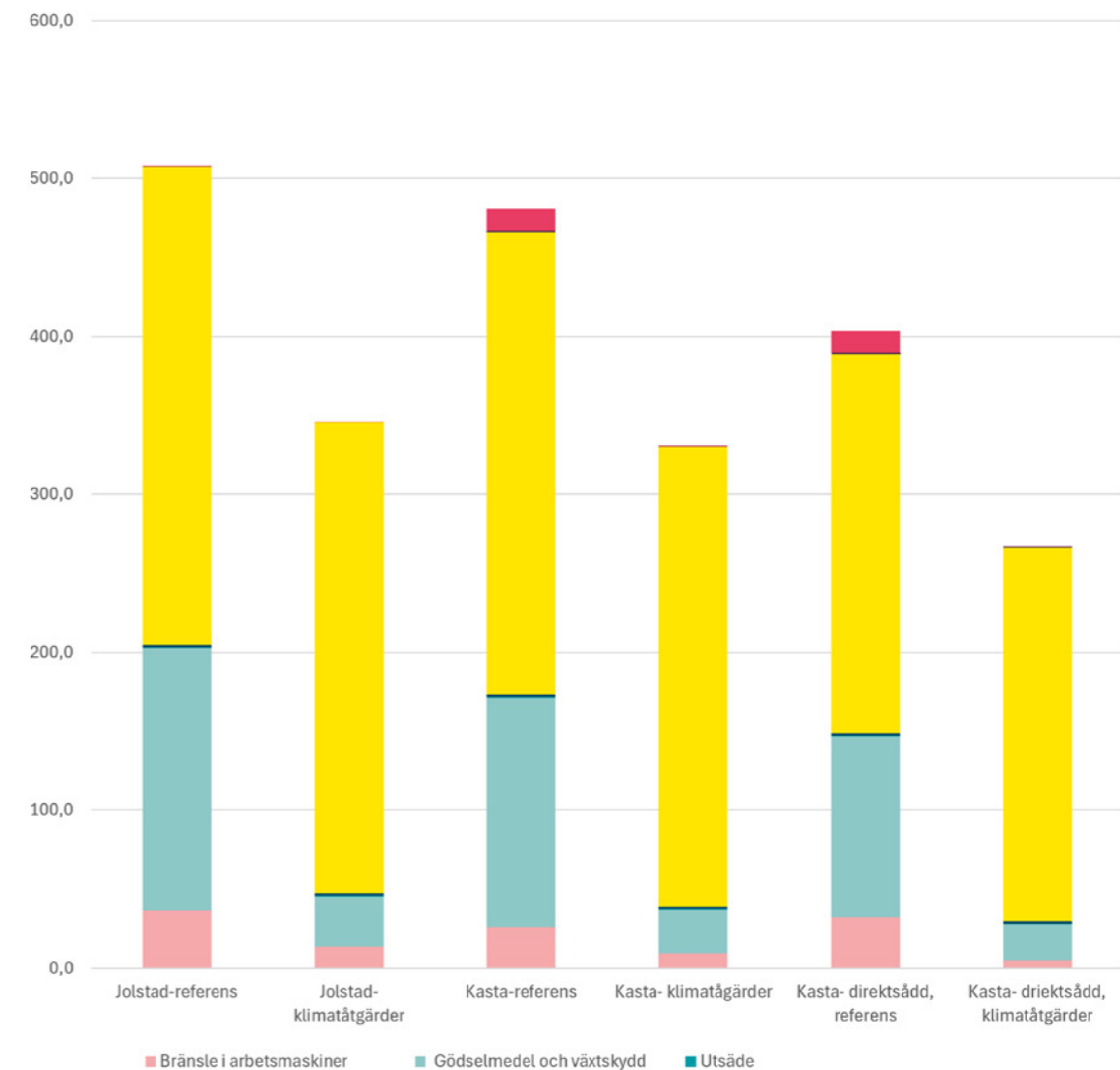
- Reducerad jordbearbetning (minskad energianvändning) - för Kasta direktsådd
- 100 % biodiesel vid fältarbete (jämförs med diesel som har låginblandning på 10 % förnybart)
- 100 % mineralgödsel Climate Choice (jämförs med BAT-gödsel¹)
- Precisionsgödsling (minskad kväveutlakning och ökad skörd)
- Fossilfri torkning med träpellets och flis (jämförs med torkning med eldningsolja)



¹BAT (Best Available Techniques) definieras inom EU-rätten som den tekniskt och ekonomiskt mest effektiva nivån för att förebygga och begränsa miljöpåverkan från verksamheter. BAT-gödsel är det vanligast förekommande mineralgödslet inom Europa.

Växthusgasutsläpp från rapsodling – jämförelse med och utan klimatåtgärder

De genomförda åtgärderna minskar klimatpåverkan med ca 30 %, beroende på odlingssystem. Av de analyserade klimatåtgärderna har val av gödselmedel störst effekt, följt av fossilfria drivmedel, fossilfri torkning, reducerad jordbearbetning och slutligen precisionsgödsling.



Figur 1. Växthusgasutsläpp för rapsodlingen på gårdarna - jämförelse med och utan klimatåtgärder. Resultaten inkluderar utsläpp fram till och med gårdsgrind för ett kg rapsfrö (100 % TS). Resultatet visas för alla tre odlingssystemen där utsläppen i genomsnitt minskade med drygt 30 % för samtliga scenarier.

Vilka utsläpp blir kvar?

Kvarvarande växthusgasutsläpp utgörs framför allt av direkta lustgasemissioner från mark. Dagens metod för att beräkna lustgasemissioner är mycket trubbig, ca 1 % av tillförd kväve antas gå förlorat som lustgasutsläpp, samtidigt som emissionsfaktorn för lustgas har stor påverkan på resultaten. Det är viktigt att få fram fler och mer differentierade emissionsfaktorer, t.ex. per gröda, jordart, och med hänsyn till olika odlingsåtgärder. Bättre emissionsfaktorer ger mer precisa beräkningar och påvisar bättre effekten av olika åtgärder på fältet.

Åtgärderna sänkte det totala klimatavtrycket i rapsodlingen med:

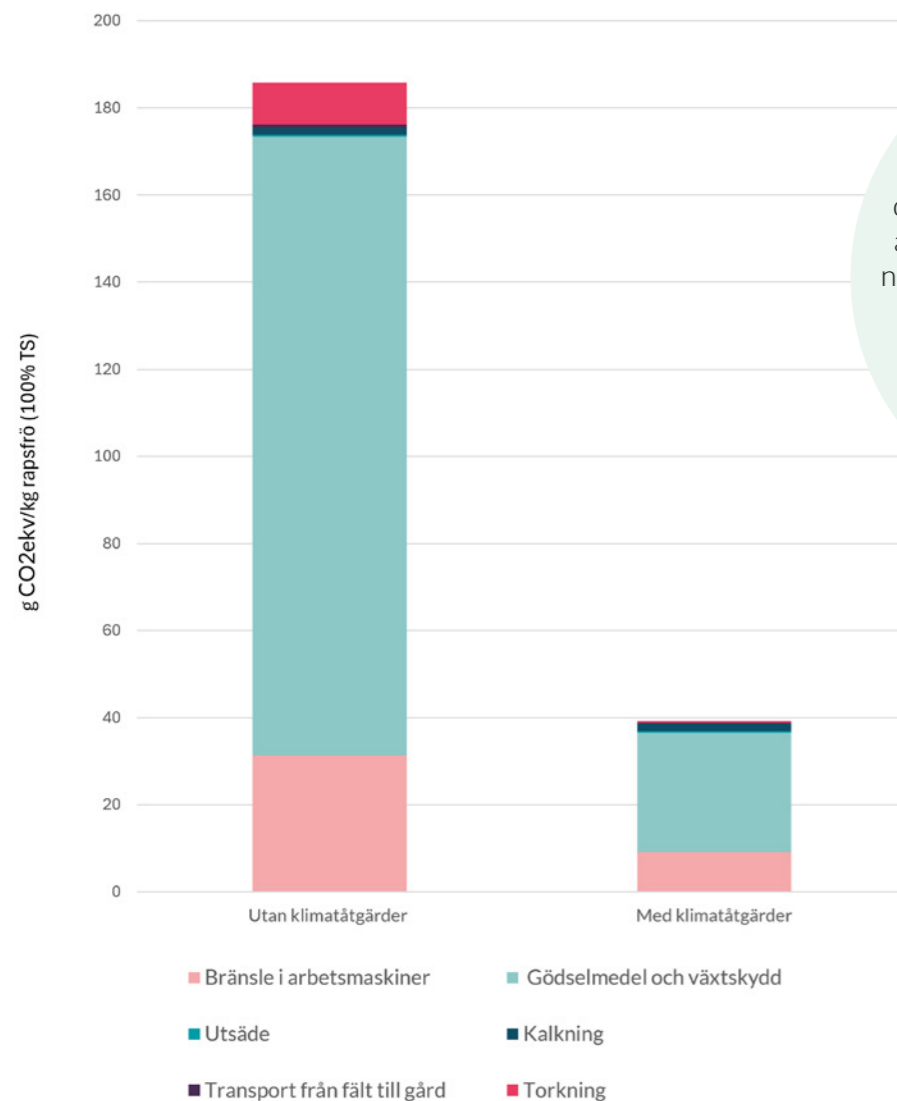
- Mineralgödsel baserad på förnybar energi: ~25 %
- Fossilfria drivmedel: 3–5 %
- Fossilfri torkning: ~3 %
- Reducerad jordbearbetning/direktsådd: ~3 %
- Precisionsgödsling: ~1–2 %

Med dessa omfattande klimatåtgärder kommer den största delen av de kvarvarande utsläppen från:

- **lustgasutsläpp från marken (ca 90 %)**
- tillverkning av mineralgödsel (ca 8 %)

Detta innebär att **kväveeffektivitet och skörd** är avgörande faktorer för fortsatt minskning av växthusgasutsläpp från odlingen.

Växthusgasutsläpp från rapsodling – exklusive lustgasutsläpp från mark



Eftersom lustgas har en stor påverkan på resultatet och samtidigt är den utsläppskälla som är svårast att kvantifiera, visar diagrammet nedan odlingarnas klimatpåverkan utan lustgasutsläpp. Den totala genomsnittliga minskningen av klimatpåverkan blir då ca 80 %.

Figur 2. Växthusgasutsläpp från odlingarna undantaget lustgasutsläpp från mark, jämförelse med och utan klimatåtgärder. Resultaten visas för ett kg rapströ (100 % TS). Resultatet visas som ett medelvärde för alla tre odlingssystemen där utsläppen i genomsnitt minskade med 80%.

Raps till RME – hur stor blir klimatnyttan?

Om den klimatsmarta raps som producerats på gårdarna används för framställning av RME visar beräkningar från Energifabriken att växthusgasutsläppen kan reduceras med cirka 75–80 % jämfört med fossil diesel¹. För konventionellt odlad raps från Östergötland² uppgår motsvarande minskning till omkring 65 %. Genom åtgärder i odlingen kan alltså klimatnyttan av att ersätta fossil diesel med RME ökas med ca 15 – 20 %.



Vad krävs för att skala upp fossilfri primärproduktion?

I det här projektet har raps använts som gröda för att utforska hur klimatsmart och fossiloberoende vi kan odla redan idag, men teknikerna som använts är givetvis applicerbara på andra grödor. För att skala upp en fossilfri primärproduktion i Sverige behöver **värdekedjor** och **affärsmodeller** designas så att det finns ekonomiska incitament att både bidra med klimatnytta och öka Sveriges beredskap och självförsörjningsgrad av både livsmedel, insatsvaror, energi och bränslen. Investeringar i fossilfri teknik, energilösningar och maskiner behöver underlättas genom långsiktiga spelregler och styrmedel för att skala upp och använda de lösningar som redan finns tillgängliga.

Hur värderar vi mervärden?

Den ökade bränslekostnaden per liter klimatsmart producerad RME bör vägas mot de mervärden den skapar; klimatnyttan, försörjningsberedskapen och värdet för Sveriges energisystem är stora och bör därför vägas in i kalkylen. En grov uppskattning är att produktionskostnaden ökar med cirka 2 000–3 000 kr per hektar, främst på grund av ökade gödsel- och drivmedelskostnader. Det motsvarar ungefär 1–2 kr högre pris per liter rapsolja. Men, vem ska betala för detta? Och vad kostar det oss om vi inte gör det?

En fråga vi som samhälle behöver ställa oss är: Vad är alternativkostnaderna för att inte ställa om i tid, och inte nyttja de innovationer, mervärden och möjligheter som kan minska vårt fossilberoende redan idag?



¹Med ett klimatavtryck på 94 gCO₂e/MJ enligt det gällande referensvärdet som används inom förnybarhetsdirektivet (RED).
²Baserat på regionala referensvärden för klimatavtryck på rapsfrö från Östergötland.

Vi kan göra mycket redan nu!

Varje aktör i grödornas värdekedja kan göra betydande insatser för att minska fossilberoendet i svensk primärproduktion redan idag, och på så sätt bidra till att både öka försörjningsberedskapen och minska växthusgasutsläppen. Men för att få kraft i omställningen behöver investeringar och efterfrågan takta genom hela värdekedjan. Efterfrågan finns!

- **Från våra beslutsfattare behöver vi:** Stöd för marknadsmodeller som ersätter aktörer i hela värdekedjan för alla samhällsvärden som inhemskt producerade fossilfria bränslen och insatsmedel skapar.
- **Vad kan du som konsument och företag göra?** Efterfråga livsmedel och biodrivmedel med dokumenterat lågt klimatavtryck.

Utvecklingen fortsätter!

Teknikutvecklingen går snabbt. Kostnader för fossilfri gödsel och förnybar energi väntas sjunka över tid. Med fler aktörer som deltar kan Sverige snabbare skala upp en fossilfri produktion av grödor för både livsmedel och bränsleanvändning. På Energifabrikens gårdar i Östergötland fortsätter odlingen av klimatsmart raps. AgroDrive fungerar som en innovationsplattform som fortsätter att driva utvecklingen framåt, både tekniskt och affärsmässigt.

Genom att odla raps klimatsmart och förädla den till RME som driver våra maskiner i fält vill vi visa att lösningarna redan finns för att bygga en fossilfri primärproduktion i Sverige. Det både stärker vår beredskap och skapar klimatnytta. Vi vill att fler ska känna till det, och att vi framåt gemensamt kan verka för att skala upp framtidens fossilfria jordbruk!



**“Vi har redan
lösningarna, vi
behöver bara berätta
det för fler!”**

**Erik Jacobsson, lantbrukare
och delägare i Energifabriken**

